

unesp



Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”



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

MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO

Caracterização Físico, Mecânica e de Usinagem para Compósitos MDF a base de Fibras Lignocelulosicas

Bauru, SP

Fevereiro - 2019

MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO

Caracterização Físico, Mecânica e de Usinagem para Compósitos MDF a base de Fibras Lignocelulosicas

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

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo De Domenico Valarelli

Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Carlos Bianchi

Bauru, SP

Fevereiro - 2019

Bueno, Marcus. Antonio. Pereira.

Caracterização físico, mecânica e de usinagem para compósitos MDF à base de fibras lignocelulosicas / Marcus Antonio Pereira Bueno, 2019

259 f. : il.

Orientador: Dr. Ivaldo De Domenico Valarelli

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2019

1. Painéis de fibras. 2. Resíduos agroindustriais. 3. Fibras de Coco. 4. Microtomografia. 5. Raio-X I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 22 dias do mês de fevereiro do ano de 2019, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação / 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. CARLOS ALBERTO SOUFEN do(a) Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Prof. Dr. MAXIMILIANO DOS ANJOS AZAMBUJA do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Prof^a. Dr^a. ELEN APARECIDA MARTINES MORALES do(a) Departamento de Engenharia Industrial Madeireira / Campus Experimental de Itapeva - UNESP, Prof^a. Dr^a. PRISCILA ROEL DE DEUS do(a) Departamento de Sicultura / Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito - Fatec CB, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO, intitulada **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO, MECÂNICA E DE USINAGEM PARA COMPÓSITOS MDF A BASE DE FIBRAS LIGNOCELULOSICAS**. Após a exposição, o discente foi arguido 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. CARLOS ALBERTO SOUFEN



Prof. Dr. MAXIMILIANO DOS ANJOS AZAMBUJA



Prof^a. Dr^a. ELEN APARECIDA MARTINES MORALES



Prof^a. Dr^a. PRISCILA ROEL DE DEUS



Este trabalho eu dedico ao meu pai, João Alvaro e minha mãe, Sandra, a minha noiva, Aline e aos meus Avós (In memoriam,) e todos meus familiares e amigos, que durante esta difícil jornada me incentivaram até sua conclusão.

Primeiramente quero agradecer a Deus, pois acredito que foi ele quem me deu vontade, paciência e sabedoria para chegar ao fim desta Tese, agradeço aos meus pais e minha noiva que sempre me apoiaram, agradeço ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Ivaldo De Domenico Valarelli, por ter me orientado e elucidado mais uma vez meu caminho nesta difícil jornada e contribuído de todas as formas possíveis para que este trabalho fosse desenvolvido e também ao meu co-orientador, Prof. Dr. Eduardo Carlos Bianchi pela disposição e ajuda. Agradeço ao meu amigo Valter Roberto de Brito Celestino por estar sempre presente e ter me apoiado nas horas de real necessidade e também agradeço a todos os amigos e amigas que diretamente ou indiretamente me ajudaram neste trabalho.

Agradeço a Duratex S.A. por ter doado as fibras de Eucalipto, a resina Uréia-Formaldeído e a Emulsão de Parafina para a realização da pesquisa, agradeço também ao Prof. Dr. Maximiliano dos Anjos Azambuja e ao Técnico de laboratório Israel Luiz Pereira Dos Santos do Laboratório de Construção, Sala de Ensaios Destrutivos do Departamento de Engenharia Civil da Unesp-Bauru que me concedeu o uso de seu equipamento para análise mecânica do material desenvolvido em pesquisa, assim como agradeço o Prof. Dr. Mario Tomazello Filho por ter aberto prontamente as portas do Laboratório de Anatomia, identificação e Densitometria de Raio-x em Madeira da Faculdade de Ciências Florestais-ESALQ-USP e por ter concedido o uso de seu equipamento para análise do material desenvolvido. Quero também agradecer o Prof. Dr. Manuel Cleber de Sampaio Alves pela disposição em me ajudar a realizar o ensaio de usinagem em seu laboratório da Faculdade de Engenharia Mecânica, Unesp-Guaratinguetá. Agradeço a CAPES que me concedeu uma bolsa de estudo, que foi fundamental para a realização desta pesquisa, a todos mais uma vez meus sinceros agradecimentos, Marcus.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”

RESUMO

Caracterização Físico, Mecânica e de Usinagem para Compósitos MDF a base de Fibras Lignocelulosicas

O painel de fibras lignocelulósicas, constituído por fibras de madeiras como eucalipto e pinus, hoje em dia já é bastante utilizado na indústria moveleira, substituindo painéis de madeira serrada. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as potencialidades da fibra de coco aos painéis de MDF (Médium Density Fiberboard) de eucalipto, afim de viabilizar sua utilização na indústria moveleira e construção civil. Para tanto, foram estudadas as propriedades físicas e mecânicas desse novo painel, segundo recomendação da NBR 15.316-2 (2015), e realizados ensaios de caracterização das fibras, ensaio de densitometria por raios-x para avaliar e caracterizar o perfil e densidade dos painéis; ensaio de micro tomografia para avaliar a estrutura e arranjo do painel a fim de verificar a densidade e entrelaçamento entre as duas fibras, espalhamento da resina e possíveis defeitos ocultos nos painéis, ensaio de usinagem para medir a potência consumida na operação de fresamento tangencial e medição da rugosidade média (R_a) e da rugosidade total (R_t). A densidade alvo ficou dentro da margem de 700 kg/m^3 , o que o define como painel de média densidade. Foram produzidos painéis contendo 5 traços diferentes, sendo o primeiro com 100% fibras de eucalipto (T1), o segundo 80% fibras de eucalipto e 20% fibras de coco (T2), o terceiro 60% fibras de eucalipto e 40% fibras de coco (T3), o quarto 40% fibras de eucalipto e 60% fibras de coco (T4) e o quinto traço (T5) denominado comercial foi adquirido no comercio de Bauru. A quantidade de adesivo utilizado a base de ureia formaldeído foi de 10% da massa total do material seco. Todos os resultados captados foram avaliados e os resultados das aquisições foram tratados estatisticamente para definir quais traços e adesões das fibras de coco e eucalipto se enquadram da padronização e normas vigentes para o MDF. Para os ensaios físicos a adição de fibras de coco piorou a qualidade do painel sendo que no geral o traço T4 foi o que obteve o pior resultado nos ensaios realizados. No ensaio mecânico de tração perpendicular houve uma melhora na qualidade do painel sendo T1 e T2 com 0,29 Mpa e T4 com 0,48Mpa, porem ao mesmo tempo no ensaio de flexão e módulo de elasticidade (MOR e MOE) houve uma piora significativa ao se acrescentar fibras de coco com T1 para MOE obtendo valor de 2958Mpa e T4 com 1290Mpa.

PALAVRAS-CHAVE: Painéis de fibras, fibra de coco, resíduos agroindustriais, microtomografia, raio-x.

ABSTRACT

Physical, Mechanical and Machining Characterization for MDF Composites based on Lignocellulosic Fibers

Lignocellulosic fiberboard, made up of wood fibers such as eucalyptus and pine, is now widely used in the furniture industry, replacing lumber panels. This work was developed with the objective of evaluating the potential of coconut fiber to eucalyptus MDF (Medium Density Fiberboard) panels, in order to enable its use in the furniture industry and civil construction. For this purpose, the physical and mechanical properties of this new panel were studied, according to the recommendation of NBR 15.316-2 (2015), and carried out fiber characterization tests, X-ray densitometry test to evaluate and characterize the profile and density of the panels; micro tomography test to evaluate the structure and arrangement of the panel in order to verify the density and interlacing between the two fibers, resin scattering and possible hidden defects in the panels, machining test to measure the power consumed in the operation of tangential milling and measurement of mean roughness (Ra) and total roughness (Rt). The target density was within the range of 700 kg/m³, which defines it as a medium density panel. Panels were produced with 5 different traits, the first with 100% eucalyptus fibers (T1), the second 80% eucalyptus fibers and 20% coconut fibers (T2), the third 60% eucalyptus fibers and 40% coconut fibers (T3), the fourth 40% eucalyptus fibers and 60% coconut fibers (T4) and the fifth trace (T5) called commercial was acquired in Bauru's trade. The amount of adhesive used based on urea formaldehyde was 10% of the total mass of the dry material. All the results obtained were evaluated and the results of the acquisitions were statistically treated to define which traits and adhesions of the coconut and eucalyptus fibers fall within the standardization and current norms for MDF. For the physical tests, the addition of coconut fibers worsened the quality of the panel, and in general the trace T4 was the one that obtained the worst result in the tests performed. In the mechanical test of perpendicular tension there was an improvement in the quality of the panel being T1 and T2 with 0.29 MPa and T4 with 0.48 MPa, but at the same time in the test of flexion and modulus of elasticity (MOR and MOE) there was a significant worsening when adding coconut fibers with T1 for MOE, obtaining a value of 2958 MPa and T4 with 1290 MPa.

KEYWORDS: Fiber panels, coconut fiber, agroindustrial waste, microtomography, x-ray.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ABIPA	Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
CP	Corpo de prova
FF	Fenol-Formaldeído
HDF	High Density Fiberboard
MF	Melamina-Formaldeído
MDF	Medium Density Fiberboard
MDP	Medium Density Particleboard
MOE	Módulo de Elasticidade
MOR	Módulo de Ruptura
UF	Uréia-Formaldeído
UNESP	Universidade do Estado de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. diagrama descritivo das divisões do fruto de coco nucifera e camadas principais.	21
Figura 2. processos de fabricação de painel de coco verde.....	22
Figura 3. Distribuição do plantio de eucalipto por regiões e evolução de plantio no Brasil. ...	24
Figura 4. Concentração das empresas de processamento de madeira no Brasil	25
Figura 5. Distribuição de produtos florestais via exportação do Brasil.....	26
Figura 6. Etapas do processo de fabricação do MDF desde a colheita.	29
Figura 7. Representação formula química do polímero UF.	34
Figura 8. Aparência inicial da fibra de coco.....	42
Figura 9. Picador Rotativo	42
Figura 10. Aparência Final das Fibras de Coco	43
Figura 11. Fibras de eucalipto.....	44
Figura 12. Aparência das fibras de eucalipto	44
Figura 13. Balança, copo e proveta	46
Figura 14. Pesagem da resina e emulsão parafina	47
Figura 15. Avaliação do teor de umidade.....	47
Figura 16. Pistola pintura e filtro de ar	48
Figura 17. Fibras espalhadas e aplicação resina	49
Figura 18. Tambor 200 litros, furadeira industrial e batedor de massa leve	49
Figura 19. Caixa formadora e quadro metálico	50
Figura 20. Caixa formadora e pré-prensa	51
Figura 21. Painel pronto e conformado.....	51
Figura 22. Painel na prensa para conformar	52
Figura 23. Painel pronto e conformado	52
Figura 24. Painéis fabricados.....	53
Figura 25. Plano de corte utilizado.....	54
Figura 26. Esquema de mapeamento de corte	55
Figura 27. Representação ensaio absorção de água e inchamento em espessura.....	58

Figura 28. Ensaio resistência a flexão e módulo de elasticidade	60
Figura 29. Ensaio resistência a flexão e módulo de elasticidade	61
Figura 30. Ensaio de resistência a tração superficial	62
Figura 31. Ensaio arrancamento parafuso topo	63
Figura 32. Ensaio dureza janka	64
Figura 33. Equipamento de Raio-x.....	65
Figura 34. Representação do gráfico de densidade.....	66
Figura 35. Representação do gráfico no corpo de prova real.....	67
Figura 36. Tipos de gráficos gerados no raio-x	67
Figura 37. Representação do compartimento do microtomografo.....	69
Figura 38. Aparência total do equipamento.....	69
Figura 39. Aparência do equipamento em funcionamento	70
Figura 40. Gráfico de potência.....	71
Figura 41. Centro de usinagem.....	72
Figura 42. Fresa e corpo de prova	72
Figura 43. Fibras de eucalipto.....	73
Figura 44. Fibras de coco	74
Figura 45. Fibras de eucalipto e fibra de coco lado a lado	75
Figura 46. Distribuição granulométrica das fibras de eucalipto	75
Figura 47. Distribuição granulométrica das fibras de Coco	76
Figura 48. Massa de fibras de eucalipto.....	77
Figura 49. Massa de fibras de Coco	78
Figura 50. Resultados para Densidade média	80
Figura 51. Resultados inchamento espessura 24h	81
Figura 52. Resultados absorção de água 24h.....	82
Figura 53. Resultados teor de umidade	83
Figura 54. Resultado do módulo de elasticidade.....	85
Figura 55. Resultado do módulo de ruptura	86
Figura 56. Resultado tração perpendicular	87

Figura 57. Resultado tração superficial.....	88
Figura 58. Resultado arranchamento parafuso Topo.....	89
Figura 59. Resultado arranchamento parafuso face.....	90
Figura 60. Resultado dureza janka.....	91
Figura 61. Gráfico de raio-x traço T1.....	92
Figura 62. Gráfico de raio-x traço T2.....	93
Figura 63. Gráfico de raio-x traço T3.....	94
Figura 64. Gráfico de raio-x traço T4.....	95
Figura 65. Gráfico de raio-x traço T5.....	96
Figura 66. Imagem inicial microtomografo.....	98
Figura 67. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T1.....	99
Figura 68. Defeito no interior do corpo de prova na imagem em 3 planos.....	100
Figura 69. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T2. ...	101
Figura 70. Imagem em 3 planos traço T2.....	102
Figura 71. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T3. ...	103
Figura 72. Grande defeito no interior do corpo de prova, traço T3.....	104
Figura 73. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T4. ...	105
Figura 74. Imagem em 3 planos, traço T4.....	106
Figura 75. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T5. ...	107
Figura 76. Imagem em 3 planos, traço T5.....	108
Figura 77. Potência consumida na usinagem de Topo.....	109
Figura 78. Rugosidade média dos painéis.....	110
Figura 79. Rugosidade total dos painéis.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Disposição dos modelos de painéis disponíveis e sua constituição	27
Tabela 2. Cálculos Metodologia de Fabricação.....	40
Tabela 3. Cálculos Metodologia de Fabricação.....	41
Tabela 4. Resultado teste granulométrico.....	76
Tabela 5. Resultados para Densidade Raio-x vs Densidade Físico	97

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Massa do colchão de fibras.....	38
Equação 2. Volume do colchão de fibras.....	38
Equação 3. Resina em meio aquoso	38
Equação 4. Emulsão de parafina	39
Equação 5. Equilíbrio da densidade do painel	39
Equação 6. Densidade aparente das fibras	45
Equação 7. Densidade do CP.....	56
Equação 8. Volume do CP.....	56
Equação 9. Absorção de Água	57
Equação 10. Inchamento em Espessura.....	57
Equação 11. Teor de Umidade	58
Equação 12. Módulo de Ruptura (MOR).....	59
Equação 13. Módulo de Elasticidade (MOE).....	59
Equação 14. Resistência a tração Perpendicular.....	60
Equação 15. Resistência a Tração Superficial.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVO.....	19
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1. FIBRA DE COCO.....	20
3.2. EUCALIPTO E SUAS UTILIZAÇÕES.....	23
3.3. PAINÉIS DE FIBRAS OU PARTICULADOS RECONSTITUÍDOS.....	26
3.4. PRODUÇÃO PAINÉIS DE MDF.....	28
3.5. INFLUÊNCIA DE RESINAS E ADESIVOS.....	32
3.6. ADITIVOS QUÍMICOS.....	35
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
4.1. MATERIAIS UTILIZADOS:.....	36
4.1.1. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:.....	36
4.2. METODOLOGIA.....	37
4.2.1. RESINA UREIA FORMALDEÍDO (UF) E EMULSÃO DE PARAFINA.....	37
4.2.2. METODOLOGIA NA FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS.....	38
4.2.3. PREPARAÇÃO DAS FIBRAS DE COCO.....	41
4.2.4. PREPARAÇÃO DAS FIBRAS DE EUCALIPTO.....	43
4.2.5. COMPARAÇÃO DAS FIBRAS DE EUCALIPTO COM AS FIBRAS DE COCO... ..	44
4.2.7. DENSIDADE APARENTE DAS FIBRAS.....	45
4.2.8. PRODUÇÃO DOS PAINÉIS DE MDF DE FIBRAS DE EUCALIPTO E FIBRAS DE COCO.....	46
4.3. ENSAIOS FÍSICOS.....	56
4.3.1. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE.....	56
4.3.2. DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA E DO INCHAMENTO EM ESPESSURA.....	56
4.3.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE.....	58
4.4. ENSAIOS MECÂNICOS.....	59
4.4.1. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE.....	59
4.4.2. DETERMINAÇÃO À RESISTÊNCIA A TRAÇÃO PERPENDICULAR AS FACES.....	60
4.4.3. DETERMINAÇÃO À RESISTÊNCIA A TRAÇÃO SUPERFICIAL.....	62
4.4.4. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ARRANCHAMENTO DE PARAFUSO TOPO E FACE.....	63
4.4.5. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À DUREZA JANKA.....	64
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	64
4.6. DENSITOMETRIA POR RAIOS-X.....	65
4.7. MICROTOMOGRÁFIA POR RAIOS-X.....	68

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
5.1. RESULTADO DA COMPARAÇÃO DAS FIBRAS DE MADEIRA DE EUCALIPTO E FIBRAS DE COCO	73
5.2. RESULTADO DO PENEIRAMENTO PERFIL GRANULOMÉTRICO.....	75
5.3. DENSIDADE APARENTE DAS FIBRAS	76
5.4. ENSAIO DE DENSIDADE.....	78
5.5. ENSAIO DE INCHAMENTO EM ESPESSURA 24H.....	80
5.6. ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H	81
5.7. ENSAIO DE TEOR DE UMIDADE.....	83
5.8. ENSAIO RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MÓDULO DE ELASTICIDADE E MÓDULO DE RUPTURA)	84
5.9. ENSAIO DE TRAÇÃO PERPENDICULAR.....	86
5.10. ENSAIO DE TRAÇÃO SUPERFICIAL.....	87
5.11. ENSAIO DE ARRANCHAMENTO DE PARAFUSO TOPO E FACE.....	88
5.12. ENSAIO DE DUREZA JANKA	91
5.13. ENSAIO DE RAIIO-X.....	92
5.14. ENSAIO DE MICROTOMOGRÁFIA DE RAIIO-X.....	97
5.15. FRESAMENTO DE TOPO	109
6. CONCLUSÃO	112
7. SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
APÊNDICE A – DADOS DENSIDADE	119
APÊNDICE B – DADOS INCHAMENTO EM ESPESSURA 24H	127
APÊNDICE C – DADOS ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H.....	134
APÊNDICE D – DADOS TEOR DE UMIDADE	142
APÊNDICE E – DADOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MÓDULO DE ELASTICIDADE (MOE), MÓDULO DE RUPTURA (MOR)) E RELATÓRIO DE ENSAIO EMIC	150
APÊNDICE F – DADOS DE TRAÇÃO PERPENDICULAR E RELATÓRIO DE ENSAIO EMIC	166
APÊNDICE G – DADOS TRAÇÃO SUPERFICIAL E RELATÓRIO DE ENSAIO EMIC.....	179
APÊNDICE H – DADOS ARRANCAMENTO DE PARAFUSO TOPO E RELATÓRIO DE ENSAIO EMIC	192
APÊNDICE I – DADOS ARRANCAMENTO DE PARAFUSO FACE E RELATÓRIO DE ENSAIO EMIC	205
APÊNDICE J – DADOS DUREZA JANKA	218
APÊNDICE K – DADOS RELATÓRIO RAIIO-X.....	231
APÊNDICE L – DADOS FRESAMENTO DE TOPO.....	246

1. INTRODUÇÃO

O uso da madeira deriva dos primórdios da existência humana na terra, sendo o mais importante material para o desenvolvimento da civilização, depois do sol, água e alimentos. Essa evolução tem um preço a se pagar. Por milhares de anos o uso indiscriminado da madeira para construir habitações, alimentar forjas e fornalhas, aquecer tendas, construção de casas, construção de embarcações e estruturas das grandes construções da civilização humana desde o Egito antigo vagarosamente vem minando este recurso.

Contudo, com o crescente aumento de consumo deste material que é finito e o aumento constante na demanda de painéis a base de madeira e a necessidade urgente de novas tecnologias para a utilização de materiais considerados como resíduo, surgiu um novo desafio para desenvolvimento de novos produtos, assim existe uma necessidade elevada para desenvolver e fabricar painéis com resíduos agroindustriais diminuindo a demanda por madeira e aproveitando os recursos já existentes e que ainda não são utilizados pela indústria.

Nos Estados Unidos da América, importantes estudos mostram que em 1950 de que todas as árvores abatidas, menos de $\frac{1}{4}$ ou 25% da madeira extraída chegava para o consumidor final na forma de produtos utilizáveis sendo o restante dessa madeira desperdiçada entre corte e processamento, coisa que hoje em dia o aproveitamento chega a 90% de cada tora de árvore cortada na América ou importada pelos americanos (BONDUELLE *et al.* 2002).

A primeira planta conhecida para produção de MDF, ou Médium Density Fiberboard como é conhecido no meio científico surgiu nos Estados Unidos em uma fábrica fundada por Harry Radddin na cidade de Nova York onde o painel recebeu o nome inicialmente da empresa Miller Hofft Company of Richmond, e só em 1967 que se adotou a sigla MDF para identificar o painel criado por eles. A evolução tecnológica voltada para a produção do novo painel fez a indústria passar a aproveitar além das toras de madeira de maior densidade, os subprodutos de madeira gerados na indústria madeireira como recortes, pedaços, cavacos e toras de menor diâmetro (MALONEY, 1993).

A produção do painel MDF segue um padrão de fabricação, agregando fibras de madeira e outros resíduos encoladas com resinas para formar colchoes e depois conformados em prensa a elevadas temperaturas para um painel de maior qualidade e acabamento. O Brasil é hoje um dos maiores investidores em tecnologias para fabricação de painéis, possuindo hoje as mais avançadas plantas fabris de fabricação em linhas automatizadas contínuas nas fábricas modernas de painéis MDF (ABIPA, 2013).

O MDF vem se tornando ao longo dos anos um dos materiais compósitos a base de madeira mais popular na indústria de móveis. Por ele ser um painel uniforme, denso, liso e isento de nós e podendo receber apliques com estampas

imitando metais, pedras ou madeiras sendo assim um excelente substituto para a madeira maciça em varias aplicações, exceto quando é requerida a resistência e a rigidez da madeira sólida, tal como num portão, (GONÇALVES, 2000).

No Brasil apesar de ter um grande parque fabril de alta tecnologia para produção de MDF o painel em si é pouco pesquisado ficando estas pesquisas a cargo de países desenvolvidos. Ressalta-se também a elevada importância em se aproveitar outros recursos naturais disponíveis em nosso país e que ainda não estão sendo empregados neste tipo de indústria.

Outro tipo de fator de relevância sobre esta pesquisa é que ela vem a ajudar na evolução do conhecimento neste importante setor industrial sendo que a mistura de diferentes tipos fibras que são já empregadas e aquelas ditos rejeitos que ainda não são aproveitadas por este setor, como por exemplo tipos de bambu, fibras de coco, fibras de sisal, bagaço de cana-de-açúcar entre outros tantos materias e tipos madeira misturados entre si e em diferentes proporções resulta em um material diferente com novas características para a indústria.

Como consequência tem-se produtos com confiabilidade melhor, características físico/mecânicas melhores, redução de custos quando se utiliza resíduos agroindústrias, pois em geral vai se agrega valor a materiais que são descartados ou utilizados para fins com menor valor agregado, torna o produto com uma ênfase maior em ecologicamente correto e contribui para que uma área menor seja utilizada para plantio de florestas de remanejamento disponibilizando estas áreas para outras atividades.

Como consequência o intuito geral deste trabalho é desenvolver um novo produto compósito, MDF, com apelo sustentável já que aproveita fibras de coco, material com uma quantidade significativa a disposição e que acaba sendo pouco aproveitado, juntamente com fibras de eucalipto, fibras que são produzidas em linha industrial e que já compõem material fabricado comercialmente com a resina ureia formaldeído que é a resina utilizada em indústria. A ideia geral das fibras de coco é que além de se ter em grande quantidade ela se entrelaçar com as fibras de eucalipto melhorando as qualidades físicos e mecânicas do mesmo.

Por fim espera-se que este tipo de pesquisa venha a contribuir para a evolução da qualidade do MDF fabricado no Brasil ajudando a entender as dificuldades e problemas que envolvem o desenvolvimento deste tipo de produto e também a ajudar o país a não ser um mero fabricante deste produto e sim também uma referência em pesquisa neste promissor setor.

2. OBJETIVO

Esta pesquisa teve por objetivo principal, desenvolver e caracterizar um novo compósito, MDF, composto de fibras de madeira de reflorestamento (Eucalipto) e de fibras de coco (resíduo agroindustrial), impregnado com resina ureia formaldeído (UF).

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a densidade das fibras de eucalipto e das fibras de coco;
- Fazer um comparativo entre os dois tipos de fibras em seu comprimento, espessura e densidade;
- Avaliar a composição de diferentes porcentagens de fibras de madeira de eucalipto e das fibras de coco na produção do MDF;
- Fazer avaliações físico/mecânica seguindo as recomendações da norma ABNT NBR 15316-2 (2015);
- Avaliar os painéis através de ensaios não destrutivos com auxílio de raio-x, microtomografia de raio-x;
- Fazer ensaio de usinagem de topo para melhor caracterização dos resultados sobre potência consumida, rugosidade média (Ra) e rugosidade total (Rt);
- Comparar os resultados obtidos entre os traços desenvolvidos em laboratório e painel comercial equivalente.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para esta revisão bibliográfica são abordados os principais itens que foram utilizados nesta pesquisa, como fibra de coco, o eucalipto, painéis MDF e resinas.

3.1. FIBRA DE COCO

A primeira linha de pensamento em desenvolver painéis é a possibilidade de haver matéria prima suficiente para viabilizar o projeto, e com a fibra de coco não é diferente. Por este fato é importante ressaltar alguns fatores que levaram a desenvolver este estudo correlacionando ao uso da fibra de coco para produção industrial de painéis fibras de MDF, sabendo da dificuldade de desfibramento do fruto, e processamento das fibras, que carece de equipamentos específicos para sua preparação dependendo de qual será a finalidade escolhida.

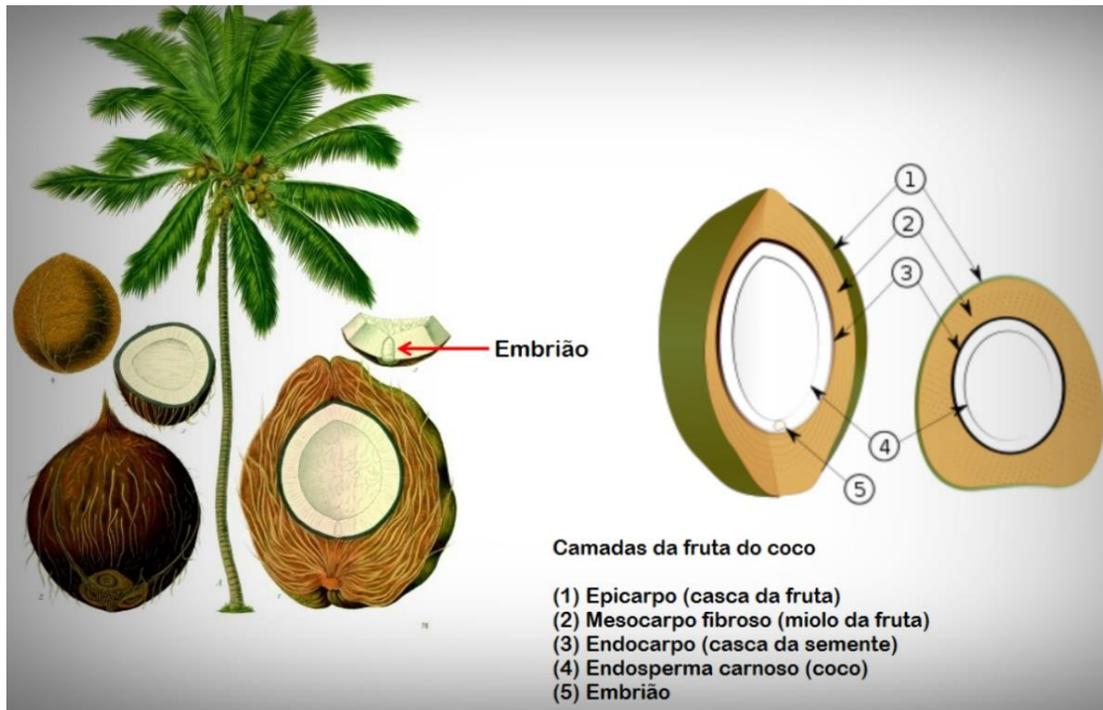
Estudos da Embrapa e o relatório mundial da FAO (2014) apresentados, colocam o Brasil como o 4º maior produtor mundial de coco verde do planeta com cerca de 2,8 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 257 mil hectares do produto, que o fazem atingir a expressiva marca de 11 toneladas por hectare, tendo a produção de cocos no Brasil com um dos maiores índices de produtividade a nível mundial, ficando atrás somente de Indonésia, Filipinas e Índia (EMBRAPA, 2014; FAO, 2014).

Geethamma et. al. (1998), descrevem o coco como um fruto de múltiplas utilidades que podem fornecer água e polpa sendo que sua estrutura facilmente reciclável possibilita ainda boa resistência a desgaste mecânico, isolamento térmico e acústico, resistência a fungos, térmitas e cupins.

O coqueiro torna-se uma planta de elevada importância na economia da região onde é inserido, pois possui infindáveis aplicações tanto para consumo humano do fruto e de sua água como alimentos, quanto para usos gerais em produtos para artesanato e outras finalidades tão importantes para a indústria em geral (FONTENELLE, 2005).

As principais divisões do fruto estão visíveis na Figura 1, com o detalhamento e as subdivisões entre casca externa e o coco propriamente dito.

Figura 1. diagrama descritivo das divisões do fruto de coco nucifera e camadas principais



Fonte: DNA do alimento (2018)

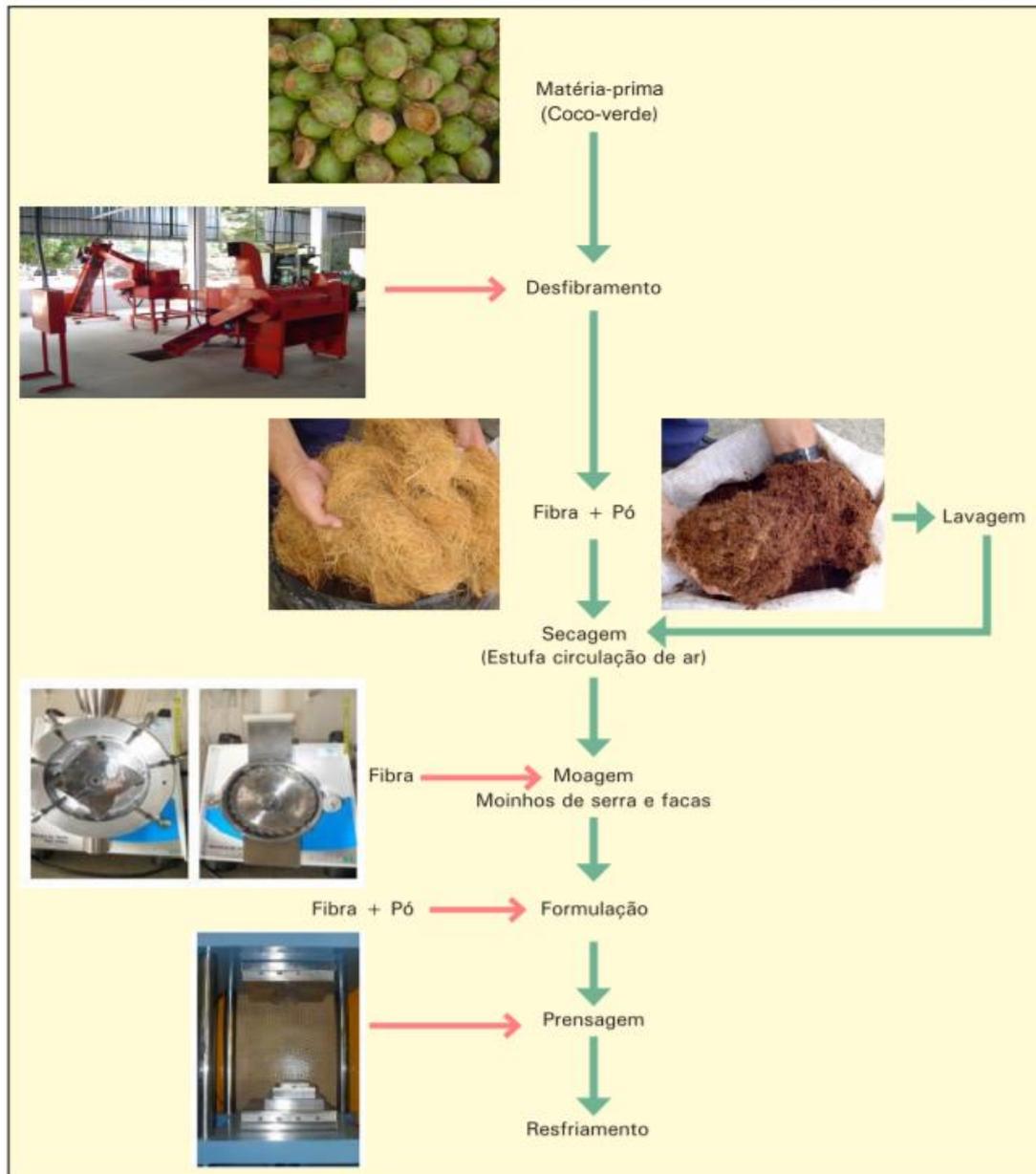
Embora o endosperma sólido ou albúmen seja a parte mais importante a nível mundial pelo potencial econômico da extração da água de coco, ainda são produzidos o coco ralado, leite de coco, bebidas, margarinas, ração animal, óleos, álcool graxo, ácido graxo, glicerina e solventes. Há algum tempo a indústria também utiliza outras partes do fruto, geralmente descartadas, como o endocarpo fibroso que é de grande utilidade na indústria automotiva pelo processamento das fibras longas para enchimento de bancos de automóveis, mantas, tapetes, cordoaria, fibras para colchões, peças de carros, barreira sonora, contenção de encostas, vasos ou a trituração para formação de substrato para uso na agricultura orgânica e o endocarpo que pode ser transformado em carvão ou pastilhas de freio de automóveis ou filtros de carvão para usinas nucleares (FONTENELLE, 2005).

Para Matos (2011) a matéria-prima para confecção de um painel com fibras de casca de coco verde deve conter pó e fibra, fibra esta que deve ser moída em um moinho de facas tipo Willey, em pelo menos duas passagens, com a primeira sem a peneira e na segunda passagem o uso de uma peneira de 5 mm.

Em alguns casos é requerida a secagem em estufa até que se atinja uma umidade em torno de 10%. Já o pó deve ser lavado para se retirar impurezas a uma proporção de 1:1 por 15 minutos e levado a estufa até estar no mesmo grau de umidade das fibras e peneirado em peneiras de 6 mesh, para a remoção das fibras longas endocarpo e epicarpo, além de outras impurezas da mistura. Para a confecção do painel, a mistura desejada deve ser de 30% do peso em fibras e 70% do peso formado pelo pó, que deve ser espalhado na forma ou molde e prensado a

150 bar de pressão enquanto é aquecido a uma temperatura de 140°C por um tempo de 15 minutos (MATOS et. al.,2011). Na Figura 2 se visualiza o processo de fabricação de painel de coco verde.

Figura 2. processos de fabricação de painel de coco verde



Fonte: Matos et. al. (2011).

Ferraz (2011), processou fibras de coco da espécie *nucifera* e cimento Portland em estruturas de fibrocimento e concluiu que a fibra de coco verde carece de tratamento prévio com água quente ou CaCl_2 , o que pode ajudar muito na produção de painéis não estruturais, contanto que se aprofunde os estudos quanto ao custo benefício, resistência a intempéries e exposição ao tempo e resistência biológica dos painéis produzidos com estes materiais.

A variação dos materiais para produzir painéis usando fibra da casca de coco babaçu que apresentou potencial nas chapas de fibras de madeira curadas a quente, Passos (2005) confeccionou painéis constituídos de fibras de *Cocos nucifera L* e *Pinus elliottii* com adesivo de uréia-formaldeído, enquanto Dinhane (2015) produziu e testou as características mecânicas de painéis particulados MDP contendo fibra de coco e bambu a fim de avaliar a proporção ideal de adesivo poliuretano bi componente a base de rícino (mamona) nesses painéis.

Bujang et. al. (2007), confeccionaram um composto de poliéster e fibras de coco com até 15 % de acréscimo de fibras na mistura e constataram mudanças no módulo de tensão residual à medida que se acrescia mais fibras, pois com o aumento da quantidade destas fibras a transferência de tensão se tornava ineficaz entre a fibra e a matriz de polímero.

Seguindo essa análise, os pesquisadores constataram que a característica dinâmica do material também sofreu alterações das ondas de frequência natural com diminuição do amortecimento em teores acima de 10% de fibras de coco adicionadas deixando a estrutura mais flexível e facilmente deformável devido a altos valores de deformação e redução da amplitude de ressonância nesse material produzido (BUJANG et. al. 2007).

A abundância de matéria-prima como a fibra de coco pode funcionar como uma forma sustentável para aproveitar um material com baixo valor comercial apesar de suas características peculiares, principalmente agregados a outros materiais demonstrando excelente viabilidade quanto a utilização na fabricação de forros, móveis, construção civil, divisórias, entre outros produtos (DINHANE, 2016).

3.2. EUCALIPTO E SUAS UTILIZAÇÕES

Originário do continente Australiano, essa espécie de Mirtáceas, chamada comumente por eucalipto ou eucaliptos cobre uma área de aproximadamente 90% do território compreendido pela Oceania (BERTOLA, 2004).

Indícios de sua chegada aqui no Brasil datam de 1825, para compor a paisagem e sombreamento do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, e chamou a atenção devido a rápida formação e adaptação ao clima brasileiro, despertando o interesse das empresas ferroviárias nacionais. O início do seu cultivo se deu principalmente para suprir a demanda de lenha para alimentar locomotivas e madeira para produção de moirões, dormentes e postes pelas mãos do Cientista em silvicultura Edmundo Navarro de Andrade com as primeiras florestas em escala industrial plantadas no horto florestal de Rio Claro-SP (BRACELPA, 2014).

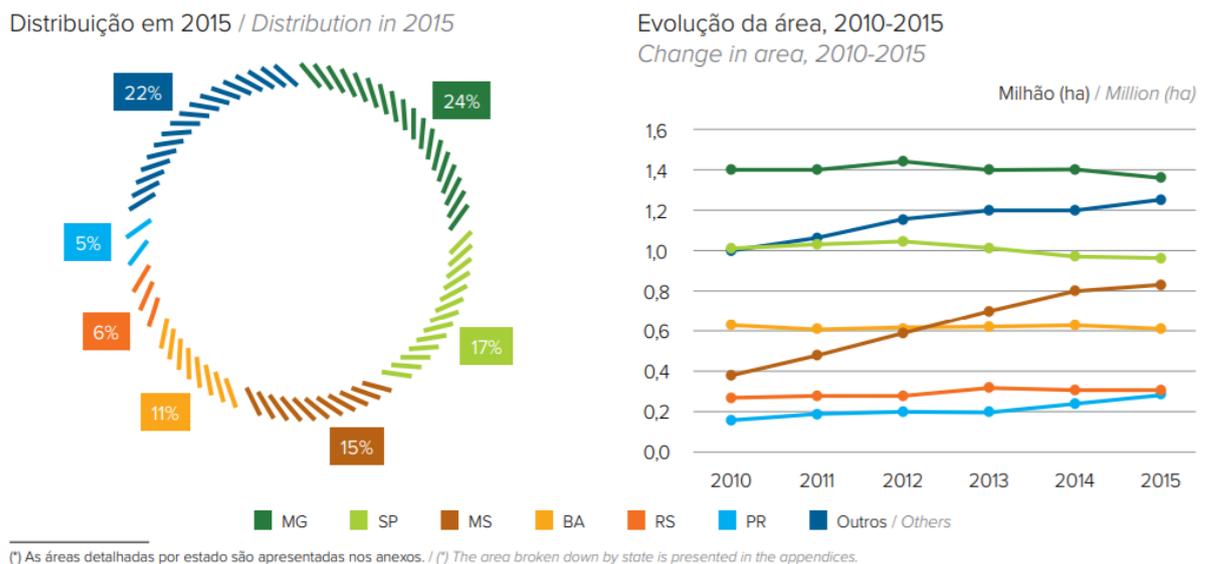
Dentre as espécies mais cultivadas no Brasil estão o *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E.*

deglupta, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. moorei*, *E. smithii*, *E. urophylla* e *E. resinífera*, onde as mais cultivadas são as espécies *Eucalyptus grandis* com 55%, *Eucalyptus saligna* (17%), *Eucalyptus urophylla* (9%), *Eucalyptus viminalis* (2%), híbridos de *E. grandis* e *E. urophylla* (11%) e outras espécies somadas chegam a 6%. A espécie *Eucalyptus benthamii* também vem se destacando na região sul do país por sua tolerância a baixas temperaturas e geadas (BRACELPA, 2014).

O relatório anual do Instituto Brasileiro da Árvore (IBÁ) concluído no ano de 2016, confirma a substituição gradativa do pinus pelas florestas de eucalipto na indústria Brasileira de base florestal, que já é mundialmente conhecida por sua produtividade e redução de ciclos de rotação do plantio e colheita das safras. Esse fator creditado as empresas do ramo e ao avanço em investimento em pesquisa e melhoramento genético, com produtividade média de plantio de eucalipto em 2015 a uma média de 36 m³/ha. ano, enquanto o pinus mantém 31 m³/ha. ano, dando um aumento de 0,7% na produtividade das florestas de eucalipto nos últimos 5 anos contra um aumento de 1,1 % a.a., no mesmo período, especialmente no estado do Paraná (IBÁ, 2016).

O Gráficos contido na Figura 3 possuem as descrições detalhadas da distribuição e plantio de eucalipto por estado e sua evolução das áreas de plantio entre os anos de 2010 e 2015.

Figura 3. Distribuição do plantio de eucalipto por regiões e evolução de plantio no Brasil.



Fonte: (IBÁ e POYRY, 2016)

Dentre as vantagens apresentadas por Belini (2012), a superioridade do uso de eucalipto em relação ao pinus está o menor ciclo de corte das árvores, (ii) maior rendimento na conversão volume de madeira/volume de painel MDF, pois contém uma densidade da madeira maior, (iii) utilização integral das toras, com menos volume de casca removida em relação ao pinus, (iv) fibras mais curtas

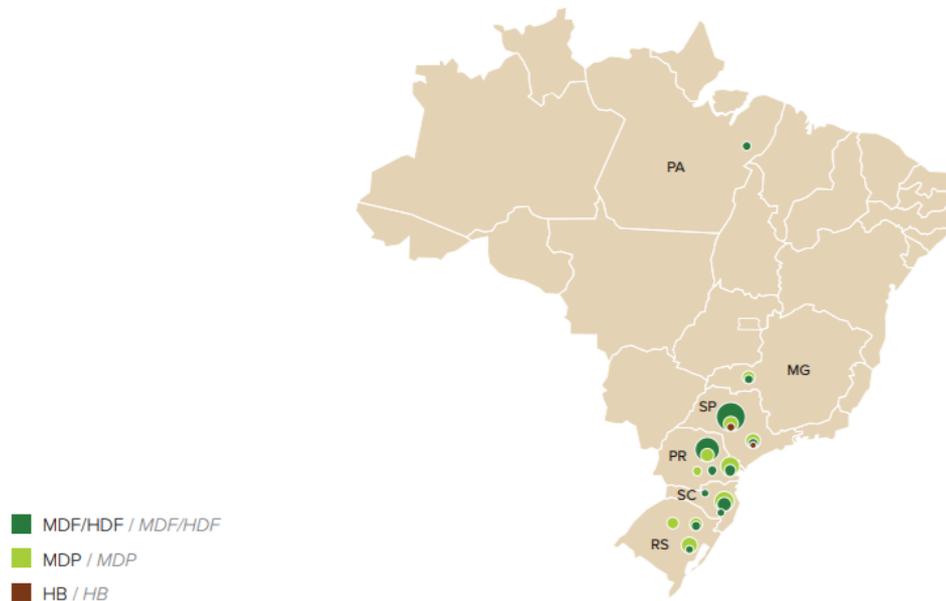
proporcionando melhor qualidade pós-usinagem, para uma mesma energia de desfibramento aplicada.

As desvantagens são a produção de painéis de coloração mais escura, com maior abrasividade e menor desempenho em condições de inchamento se comparados com os painéis de MDF confeccionados pinus, mas estas condições podem ser corrigidas através do melhoramento genético de algumas espécies de eucalipto (BELLINI, 2012).

Mas seguindo a tendência da desaceleração econômica nacional, foram produzidos em 2015, 7,5 milhões de metros cúbicos de painéis de madeira reconstituída, uma produção 6,3% em relação a produção de 2014, na produção de MDF/HDF1, MDP2 e de chapas de fibras (HB)3 que apresentaram diminuição de 0,8%, 14,9% e 0,4%, respectivamente, Com recuo de consumo no mercado nacional em torno de 11,3%, mas um surpreendente aumento de 53,3% de aumento da exportação e um total de 641 mil m³, trazendo o Brasil para o 8º lugar no ranking mundial de maiores produtores de painéis com um total de 18 polos fabris espalhados pelo Brasil, principalmente localizados nas regiões sul e sudeste (IBÀ, 2016).

No mapa da Figura 4, é possível distinguir as principais áreas de distribuição das indústrias produtoras de painéis MDF/HDF, MDP e HB no Brasil

Figura 4. Concentração das empresas de processamento de madeira no Brasil

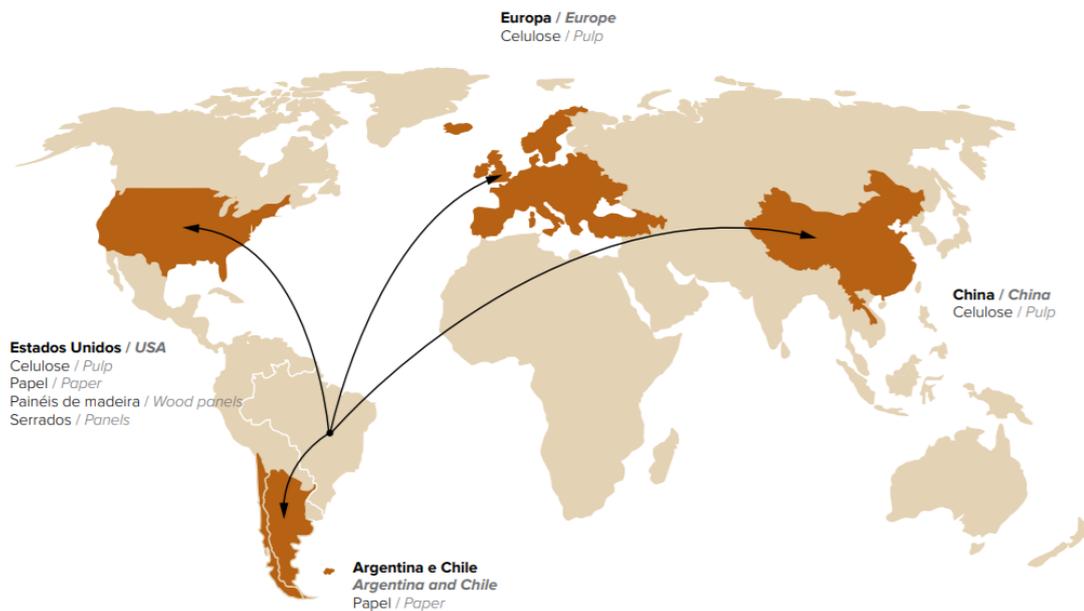


Fonte: (IBA e POYRY, 2016).

Mas seguindo a tendência da desaceleração econômica nacional registrado pelo relatório anual, foram produzidos em 2015, 7,5 milhões de metros cúbicos de painéis de madeira reconstituída, uma produção 6,3% em relação a produção de 2014, na produção de MDF/HDF1, MDP2 e de chapas de fibras (HB)3 que apresentaram diminuição de 0,8%, 14,9% e 0,4%, respectivamente.

Com recuo de consumo no mercado nacional em torno de 11,3%, mas um surpreendente aumento de 53,3% de aumento da exportação e um total de 641 mil m³, trazendo o Brasil para o 8º lugar no ranking mundial de maiores produtores de painéis com um total de 18 polos fabris espalhados pelo Brasil, principalmente localizados nas regiões sul e sudeste (IBÁ, 2016). A distribuição global dos derivados de madeira, celulose e papel e painéis produzidos no Brasil disposto na Figura 5, destacam principalmente China, Europa, Argentina e Estados Unidos como maiores consumidores dos produtos produzidos em território nacional

Figura 5. Distribuição de produtos florestais via exportação do Brasil



Fonte: (IBÁ e PYORY, 2016).

3.3. PAINÉIS DE FIBRAS OU PARTICULADOS RECONSTITUÍDOS.

O desenvolvimento de painéis de madeira reconstituído, aproveitando uma parcela muito grande da tora de madeira e suprimindo defeitos como nós, medulas e desalinhamento da tora e soluciona de uma vez problemas de diferenças de espessura ou teores de umidade de uma planta para outra.

Painéis MDF podem ser fornecidos com 3 acabamentos principais de painéis crus, com revestimento laminado de baixa pressão e os painéis revestidos tipo finish foil, em espessuras que variam de 3 a 60 mm e são destinados a indústria moveleira em geral, arquitetura e construção civil entre outros (Iwakiri, 2005).

Gonçalves (2000) classifica os painéis de acordo com o formato da matéria prima que constituem as peças, sendo as mais comum a divisão por lâminas,

partículas e fibras de madeira. Na Tabela 1, onde é possível notar a forma descritiva dos painéis e sua constituição, além da denominação na língua inglesa do sistema SI.

Tabela 1. Disposição dos modelos de painéis disponíveis e sua constituição

LÂMINAS	Chapa de madeira compensada (PW)
	Chapa de madeira sarrafeada (BB)
	Peça micro-lâmina (LVL)
PARTÍCULAS	Chapa de madeira aglomerada (PB)
	Chapa de flocos orientados (OSB)
	Chapa de flocos não-orientados (WB)
	Peça de ripas paralelas (PSL)
	Peças de flocos orientados (OSL)
FIBRAS	Chapa isolante (IB)
	Chapa dura (HB)
	Chapa de média densidade (MDF)

Fonte: adaptado de Gonçalves (2000)

➤ MDP (Médium Density Particleboard) trata se de um painel de fabricação em camadas onde as partículas reconstituídas são dispostas com as de maior granulometria na camada interna enquanto as partículas finas são colocadas na superfícies externas e faces do painel ajudando no acabamento superficial do painel, sendo todas essas camadas aglutinadas com resinas sintéticas ou naturais e compactadas entre si em uma ação de prensagem e aquecimento de prensas quando produzidos em ambiente industrial. As principais aplicações são pisos, assoalhos, revestimentos de parede, degraus, e até vigamento de telhados em alguns países (GONÇALVES, 2000, ABIPA, 2013).

➤ HB (Hardboard) painel de chapas duras produzido com fibras dissolvidas e aglutinadas com resina e levados à prensagem em altas temperaturas que após um determinado tempo faz com que o aglutinante natural de lignina seja reativado pelo processo úmido com ação de calor em um determinado tempo de prensagem, gerando uma chapa plana de alta resistência e alta densidade, que pode ser usado como revestimento, acabamento, lousas, forros entre outros (ABIPA, 2013)

➤ HDF (High Density Fiberboard): muito similar ao MDF e MDP, este painel reconstituído é produzido com fibras de madeira aglutinadas e compactadas sob alta pressão e adição de resinas sintéticas, formando um painel bastante homogêneo e com excelente estabilidade dimensional, dando a ele uma superfície lisa e uniforme além de alta densidade mesmo em espessuras mais finas. Possui boa usinabilidade e pode ser dobrado ou moldado para fabricação de instrumentos musicais, móveis embalagens de produtos industriais, artesanato e brinquedos. Já na construção civil pode ser aplicado em pisos laminados, divisórias e portas entre outros (ABIPA, 2013)

➤ MDF (Medium Density Fiberboard) é um painel uniforme e denso com uma superfície lisa e isenta de nós e defeitos superficiais e podem ser fabricados a partir de madeira de pinus quanto eucaliptos ou uma junção das duas espécies de madeira mantendo suas características. O MDF pode ainda ser usado nas mais diversas aplicações em móveis, estruturas da construção civil, ou móveis revestidos com laminados, folheados, papel ou ainda receber pinturas frias ou moldagens a quente (GONÇALVES, 2000).

3.4. PRODUÇÃO PAINÉIS DE MDF

O Brasil detém uma das mais avançadas tecnologias para a produção de painéis MDF a nível mundial, tendo em seu território o maior polo fabril do segmento e investimentos contínuos em tecnologias voltadas para modernização e automação de suas fábricas e melhorias contínuas da linha de produção em parques industriais cada vez mais modernos, com novos produtos e novas técnicas de pintura e revestimento, para agregar mais valor ao produto no mercado nacional e exterior (ABIPA, 2013).

De acordo com Marinho (2012), a produção de MDF no Brasil é uma das mais modernas para o setor, que tem utilizado de forma gradativa o acúmulo de conhecimento pela indústria de processamento em painéis de madeira reconstituída, dando a seu produto características únicas de desempenho e qualidade.

A demanda cada vez maior por produtos ecologicamente corretos e que menos agridam a saúde humana e o meio ambiente, faz com que as empresas procurem o desenvolvimento de novas formas de produzir mais e melhor, superando as questões ambientais pois o MDF é fabricado principalmente com madeiras provenientes de áreas de plantio comercial e reflorestamento, o que leva o mercado de adesivos a busca de se reinventar e acompanhar o crescimento desse mercado de painéis ecologicamente corretos (EUGÊNIO, 2016).

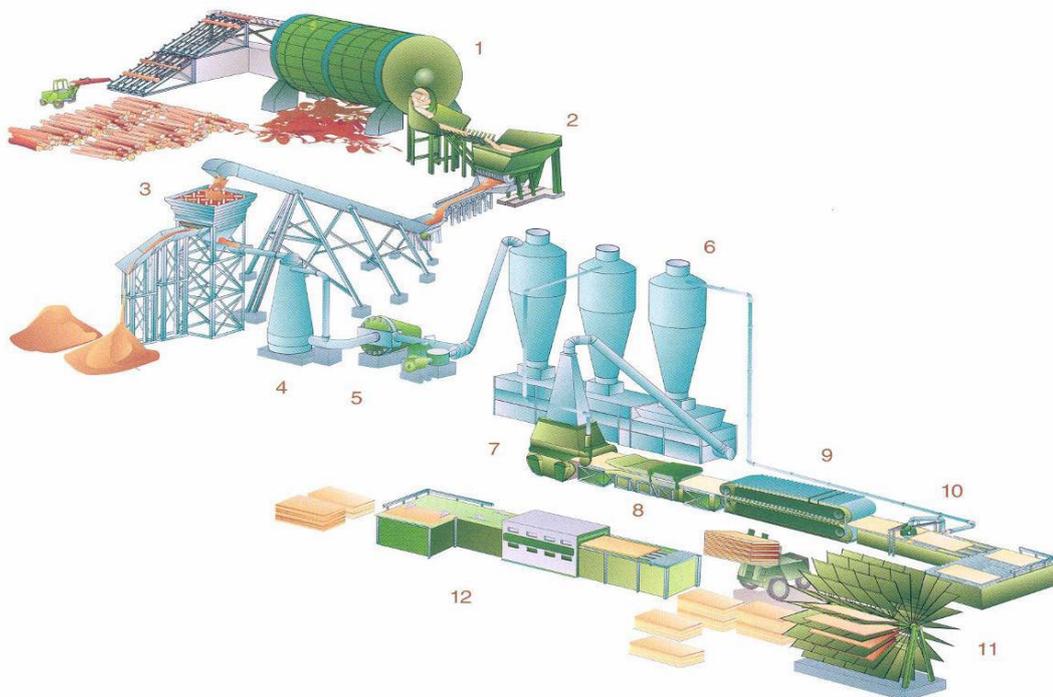
Segundo ABIPA (2014), mesmo já tendo sido produzido desde a década de 80, o MDF no Brasil é um produto novo, com sua produção iniciada em 1997 no mercado nacional, que antes importava o produto de países como Argentina e Chile.

Em quase 15 anos de produção, o Brasil já ultrapassa a marca de 3 milhões de metros cúbicos, tendo 2 milhões de metros cúbicos consumidos no mercado interno, que entre 2010 e 2014 teve investimentos maciços na indústria brasileira o que causou um salto produtivo de 9,1 milhões de m³ para 10,9 milhões de m³ já em 2013, tornando o Brasil um dos polos mais competitivos do planeta (ABIPA, 2014).

De acordo com o estudo “*Tendências y perspectivas del sector forestal em América Latina y El Caribe*”, produzido pela Organização das Nações Unidas para

Agricultura e Alimentação, a projeção do setor de produção de painéis de partículas aponta que até 2020 a alta competitividade da indústria com painéis de partículas, OSB e MDF e o baixo custo de produção farão com que países como Brasil e Chile aumentem seu incremento no mercado regional já em médio e curto prazo. Dentre os produtos que encabeçam essa alta na produção e consumo de produtos florestais em primeiro plano estão o MDF, seguido do painel de partículas para fabricação de móveis a fim de suprir a demanda interna e do mercado internacional, principalmente no Caribe e América Latina (FAO, 2014). Na Figura 6 estão representadas as 12 etapas do processo de fabricação do MDF. (GARCIA E ESTEBAN; 2012).

Figura 6. Etapas do processo de fabricação do MDF desde a colheita.



Fonte: GARCIA y ESTEBAN (2002)

As etapas para a fabricação do painel de MDF são descritas de maneira resumida a seguir em 12 etapas sequenciais, que segundo Maloney (2003), Iwakiri (2005), Marinho (2012) e Bueno (2014):

1. Descascamento das toras de madeira – Operação que se inicia com a retirada da casca das toras, eliminando casca e outros contaminantes como terra, pedregulho ou quaisquer resíduos que possa estar fixado a casca da árvore;
2. Formação de cavacos – Transformação das toras de madeira já descascadas em partes menores denominadas cavacos. Esta operação pode ser realizada por inúmeros equipamentos, como picadores de disco, picador

de cilindro ou de anel, onde a escolha do equipamento adequado é a forma do material processado e a finalidade dessa matéria-prima;

3. Crivagem – Nessa etapa é realizada a separação dos cavacos através de um conjunto de peneiras, que normalmente são vibratórias e fazem a separação desses cavacos e reclassificação dos cavacos entre menores ou finos (≤ 8 mm) e grossos ou maiores (> 55 mm);

4. Lavagem dos cavacos e Pré Tratamento dos cavacos – A lavagem dos cavacos é um processo essencial, para a retirada das impurezas que vieram dos processos anteriores fazendo também a detecção de metais com detectores magnéticos para se retirar alguma partícula metálica que tenha se despreendido dos processos e equipamentos anteriores. Esse pré-tratamento dos cavacos podem ser com equipamento hidráulico, térmico ou químico, com ou sem pressurização, onde os cavacos devem conter teor de umidade entre 40 e 60% (em peso seco). O princípio básico do pré-tratamento é a separação das fibras pela mudança do estado vítreo para o estado plástico da lignina, uma vez que a mesma exerce um papel ligante entre as paredes, facilitando a operação de refino e preservando a integridade das fibras;

5. Desfibramento dos cavacos – Início do processo de fabricação, onde se deve diferenciar o material processado de acordo com o painel desejado, pois cada tipo de painel vai adquirir um tipo de matéria prima adequada a seu sistema de produção. Painéis feitos com partículas em camadas como o MDP onde as partículas menores fazem as camadas externas para melhor acabamento e as maiores são para a camada interna para estrutura do painel e o Painel de Partículas onde as partículas são de vários tamanhos e misturadas para formar o painel. No caso do MDF o cavaco pode ser transformado em fibras através da combinação de corte, cisalhamento mecânico e fricção por meio dos discos com ranhuras nos refinadores.

Ao separar e individualizar as fibras desses cavacos, deixando-os com uma aparência de algodão, bem diferente das partículas normais seguido da aplicação de resina e aditivos como a parafina.

A aplicação da resina e parafina é feita por meio de válvulas aspersoras, tipo névoa ou *spray*, instaladas dentro da tubulação de transporte (*blowline system*) em fluxo contínuo junto com as fibras. A secagem pode ser realizada por sistema de duplo estágio entre ar quente e seco ou por sistema de jato direto e indireto de calor e enviadas para o “tanque pulmão”;

6. Formação do colchão de fibra – O material é transportado em esteiras com sistema de sucção que mantém as fibras unidas formando um colchão. A moldagem e entrelaçamento das fibras pode ser feito por cilindros

dentados que nivelam e seccionam o colchão e ao mesmo tempo vão retirando o material excedente;

7. Pré-prensagem – A pré-prensagem compacta o colchão de fibras e auxilia na retirada de bolsões de ar interno entre as mesmas, diminuindo seu volume por meio da passagem por rolos ao longo do colchão sem aplicação de calor, ajudando a melhorar a transferência de calor na prensa posteriormente e com isso compactando as fibras para melhorar a área de contato e a transferência de calor na chapa modelada;

8. Prensagem das fibras – Nesta etapa na fabricação do MDF podem ser usadas dois tipos de prensas, prensas estáticas de pratos múltiplos ou prensas contínuas. O aquecimento pode ter variação entre (140°C a 220°C) por sistema de vapor, óleo ou prensagem com alta frequência;

9. Pré-corte das chapas – É posteriormente o alinhamento das chapas com o seccionamento das bordas laterais e transversais por serras automatizadas. Um dos equipamentos utilizados nesse processo é chamado *Cross sawn*;

10. Resfriamento das chapas – Processo que ocorre depois do pré-corte onde os painéis seguem para uma estações de resfriamento, e lá devem permanecer por um período de no mínimo 36 horas em um equipamento que é chamado de estação estrela. Este equipamento faz finalização da cura ou secagem da resina evitando assim variações de temperatura e espessura nos painéis;

11. Corte e acabamento – Após a estabilização e cura dos painéis, estes seguem para setores de corte e seccionamento, onde também é realizado o seu acabamento através do uso de lixadeiras de banda dando a estes o aspecto final para o mercado consumidor.

12. Etapa Final – Acabamento com encolagem de laminados, formica ou papel especial com desenhos diversos embebido de resina, separação, estoque dos painéis e distribuição do produto onde é muito importante o empilhamento adequado para o transporte.

O sucesso ou fracasso na produção de um painel de partículas e fibras pode estar relacionado a uma série de fatores que vão desde a escolha do material do material que será aplicado na fabricação do painel, nos processos como a coleta e o processamento das partículas tem influência direta nas diferentes etapas ao longo do processo de fabricação, ainda se pode levar em consideração a metodologia na aplicação da resina, porcentagem de adesivo utilizado em relação à massa de

partículas e até mesmo na geometria das partículas utilizadas no processo podem determinar a qualidade e resistência do painel desenvolvido. Nesta forma, itens como teor de umidade, ciclo de prensagem, quantidade e tipo de resina ou adesivo, e geometria as partículas, e inclusive as normas que definem a produção também devem ser levadas em consideração (Bueno, 2014).

Segundo pesquisa de Dacosta *et. al.* (2005), independente do tipo de material e considerando-se o teor de adesivo, foram observados e obtidos valores baixos em flexão estática usando-se 4% de adesivo, e valores maiores com 8 e 12%. No ensaio de tração perpendicular foi observado um aumento de resistência com o uso de adesivo em proporção de 12%, independente do tipo de resíduo.

Brito (1984) e Maciel (2001), também observaram que a resistência à tração perpendicular foi influenciada positivamente pela maior quantidade de adesivo empregado. Da mesma forma, aumentando-se o teor de adesivo, aumenta proporcionalmente a resistência das chapas.

A densidade da madeira é também um fator determinante na qualidade dos painéis, pois nenhum material é igual ao outro e isso determina as propriedades físico e mecânicas. A quantidade de material necessário para a formação do colchão de fibras ou de partículas é calculada com base no massa do material, sendo assim uma madeira com densidade baixa levará a formação de um colchão mais espesso e nesta razão de compactação se estabelece a relação entre densidade da madeira e a densidade do painel. (DIAS *et. al.*, 2004).

3.5. INFLUÊNCIA DE RESINAS E ADESIVOS

Almeida (2006) discorre sobre o surgimento de adesivos a base de albumina sanguínea que permitia resistência a água, mas somente ativados com processo de curagem a quente e de outras proteínas animais para uso em temperatura ambiente. Há quem diga que em plena segunda Guerra 1937, Otto Bayer conseguiu desenvolver os primeiros adesivos a base de produtos poliuretanos. Na sequência da guerra, novos adesivos como recinol-formaldeído em meados de 1943, que apesar do custo, apresentavam boas qualidades de resistência, mas com cura a temperatura ambiente (ALMEIDA, 2006). Segundo Iwakiri, (2005) em 1950 ocorre o surgimento do adesivo termoplástico PVA (acetato de polivinila), que além do baixo custo e cura em temperatura ambiente é bastante versátil para usos interiores.

Os dois grandes grupos de adesivos para fabricação de painéis de fibras são os adesivos naturais e adesivos sintéticos. Com uma gama bem diversificada de adesivos existentes, alguns são destacados por Iwakiri (2005) e podem ser divididos das seguintes formas a seguir:

- Adesivos Naturais: destacam-se a glutina tirado de couro, pele e ossos animais, amidos (batata e trigo) albumina do sangue, a caseína do leite,
- Adesivos Orgânicos: éter celulósico, borracha orgânica, mamona, tanino etc.
- Adesivos sintéticos termoplásticos: polivinil acetato, polivinil acrilato, polietileno, poliestireno, borracha sintética.
- Adesivos sintéticos termo endurecedores e termofixos: ureia formaldeído, melamina formaldeído, fenol formaldeído, e tanino formaldeído.

No caso da produção de MDF as resinas/adesivos mais utilizados estão os compostos de fenol e formaldeído (FF), ureia e formaldeído (UF) e resinas fenólicas (ALMEIDA, 2006). Com as mudanças nas exigências ambientais e estudos para detecção de agentes cancerígenos derivados de resinas, os fabricantes de painéis e resinas tem trabalhado para diminuição de emissões de formol, o que leva a utilização cada vez mais frequente dos produtos desenvolvidos a base de ureia formaldeído (KATSUKAKE, 2009).

Existem ainda as resinas poliuretanas Bi componentes a base de óleo de mamona, que diferente das poliuretanas convencionais, é considerado não tóxico e por ser de uma fonte renovável possui certa vantagem sobre os adesivos convencionais classificados como cancerígenos. Entretanto a resina bi-componente ainda não está totalmente disponível para uso comercial, sendo utilizada mais por laboratórios de pesquisa. Na prática, esta conduz à formação da poliuretana, podendo-se variar a porcentagem de poliól, que definirá maior ou menor dureza, bem como o emprego de catalisador adequado a fim de aumentar a velocidade da reação. (JOSÉ, 2006).

A mamona (*Ricinus communis*) bastante encontrada em regiões tropicais e subtropicais possibilita a sintetização de polióis e pré-polímeros que dão origem a um poliuretano que mesmo a frio propiciam uma reação de polimerização, que será controlada de acordo com a porcentagem de poliól aplicada para adquirir maior ou menor dureza, além da aplicação de catalisadores para acelerar a velocidade e tempo de cura durante a aplicação (JOSÉ, 2006)

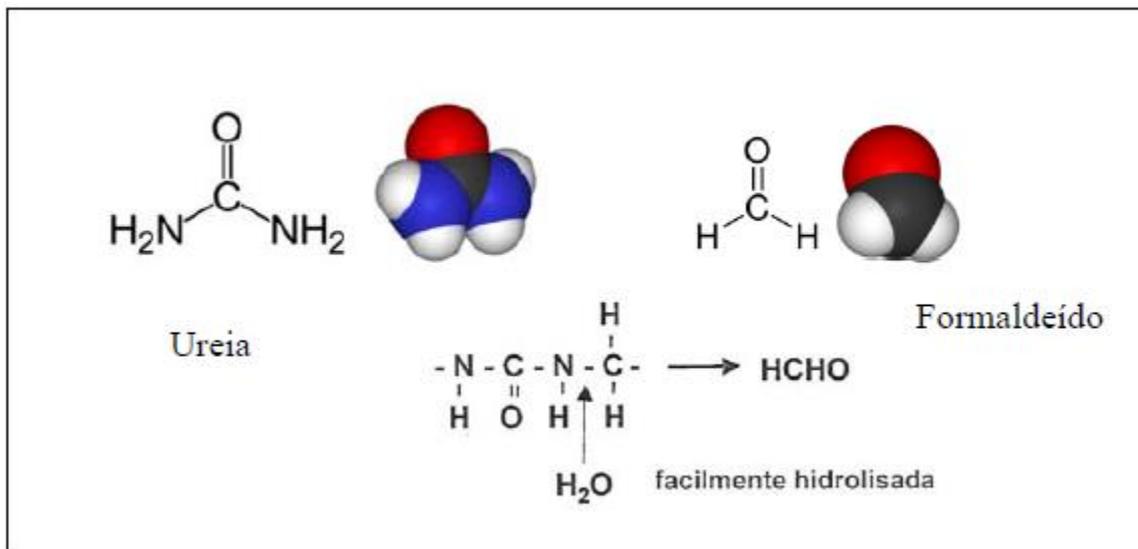
Segundo estudos de Iwakiri (2005) as resinas de fenol formaldeído (FF) tiveram seu início comercial na década de 1930 para suprir uma necessidade de uma resina que resistisse ao clima e umidade do ambiente externo. É usada principalmente para compor painéis de aglomerados, compensados, e painéis de fibras duras ou à prova d'água, e por tais qualidades, tem um custo de até 2,5 vezes maior que resinas de ureia formaldeído por exemplo.

A melamina- formaldeído (MF) é uma resina intermediária classificada entre ureia-formaldeído e fenol-formaldeído, acumulando as características de resistência a água e umidade das ureia-formaldeído, com a aceleração de cura dos fenól-

formaldeído, o que faz do custo desta 3 a 4 vezes mais alto que as resinas UF e FF (IWAKIRI, 2005).

De acordo com Iwakiri (2005) o surgimento da ureia-formaldeído (UF) que tem como base a ureia é produzida pela reação de dióxido de carbono e amônia a temperaturas de 135 a 200 °C em pressões de 130 a 170 atm. e do formaldeído obtido na oxidação do metanol gerado do monóxido de carbono e hidrogênio, também contidos no petróleo. A resina UF surgiu principalmente para colagem de madeira sólida, painéis reconstituídos aplacando um mercado de até 90% dos painéis produzidos comercialmente. Esta demanda se dá por ter baixo custo, facilidade de manuseio rápido processo de cura e por sua característica incolor ajudando no acabamento estético dos painéis produzidos. Na Figura 7 está uma representação das moléculas de ureia e formaldeído.

Figura 7. Representação formula química do polímero UF.



Fonte: Almeida (2006)

Um milhão de toneladas por ano faz da resina ureia-formaldeído uma das mais importantes resinas termoendurecíveis constituídas por oligômeros lineares ou ramificados com moléculas poliméricas de monômeros inativos. Neste caso, a ureia não reagida permite a estabilidade da resina quando armazenada e o formaldeído não reagido atua como bivalente liberando o formaldeído durante processo de cura durante a prensagem e depois da prensagem durante a cura e resfriamento do painel, ficando indissolúveis após o termino do processo de cura (ALMEIDA, 2006).

3.6. ADITIVOS QUÍMICOS

Os aditivos químicos nada mais são que complementos que se adicionam à resina para aumentar a qualidade ou melhorar propriedades especificam quando adicionados tanto na resina quanto na aplicação junto às fibras com o intuito de catalisar e potencializar a secagem ou proteger o painel em algumas condições indesejáveis como fogo ou insetos. A seguir são descritos alguns aditivos:

- CATALISADOR – Estão divididos em catalizadores quentes e frios. Os frios são de natureza orgânica e se caracterizam pelos ácidos cítricos, tartárico e fórmico. Já os catalizadores quentes derivam do sulfato de amônia, e cloreto de amônia que são ativados em temperaturas de 90 a 180°C, que ao colocados juntamente com o adesivo de ureia-formaldeído reativam a etapa de pré condensação e com isso aumentam a velocidade de cura da resina e polimerização graças a redução do pH da resina, fazendo com que o endurecedor seja combinado com o formaldeído livre da matriz. (IWAKIRI, 2005; ALMEIDA 2006)
- RETARDADORES DE FOGO - Compostos como fosfato de amônia, ácido bórico ou bromato de amônia que são compostos químicos aplicados e ajudam a reter a propagação de focos de incêndio em contato com os painéis (IWAKIRI, 2005).
- ANTIFUNGICOS – Misturas de boro utilizados como fungicidas e piretroides (hexaclorociclohexano) para combate de insetos e podem ser incorporados a produção do painel para melhorar a durabilidade e qualidade dos painéis se dosados de 0,25 até 2,5% da massa do adesivo (CABRAL, 2005; IWAKIRI, 2005).
- EMULSÃO DE PARAFINA – Tem por finalidade a redução da capacidade do painel em absorver líquidos e é uma ideia já muito difundida na indústria de papel e celulose, pois age na obstrução dos espaços presentes na estrutura do painel (ALMEIDA, 2006). Quando aplicado em pequenas proporções ajuda a melhorar a estabilidade dimensional dos painéis (IWAKIRI, 2005).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são apresentados os materiais e os equipamentos principais utilizados nesta pesquisa, bem como a metodologia empregada na fabricação dos painéis e ensaios físicos, mecânicos e não destrutivos de forma bem clara e objetiva.

4.1. MATERIAIS UTILIZADOS:

- Fibra de Coco da espécie *mucifera* adquirida em fardo de 200kg, material seco, Hortolândia S.P.;
- Eucalipto na forma de fibra, fornecido pela empresa Duratex S.A.;
- Resina Uréia Formaldeído (UF) de formulação UMDFF2AA, 59% teor de sólidos, fabricada pela empresa Duratex S.A.;
- Emulsão de parafina, teor de sólidos de 50%, fabricada pela empresa Duratex S.A.

4.1.1. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

- Luvas látex, papel alumínio, copos descartáveis, bacias de vários tamanhos;
- Balança digital fabricante Toledo, carga máxima de 200 kg, com divisão mínima de 0,05 kg;
- Balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com divisão de 0,01g;
- Balança determinadora de umidade fabricante Marte, modelo ID 200, carga máxima de 210 g com divisão de 0,01g;
- Compressor de ar Dewalt, CDV-15/200-175 Lbf/Pol²-200litros;
- Pistola pintura por gravidade bico de 1,2mm com recipiente de 600ml;
- Filtro triplo de ar com regulagem de vasão;
- Tambor em plástico com capacidade volumétrica de 200L;
- Furadeira industrial fabricante Makita modelo HP 2050 com 720 W de potência, acoplada com batedor de massa leve;
- Mesa em madeira, medindo 1,65 x 2,60 m usada para espalhamento das fibras;
- Caixas formadoras em madeira para moldagem do colchão de fibras;
- Prensa manual de madeira a frio (pré-prensagem), fabricada no laboratório;
- Prensa Hidráulica, fabricante PHS, modelo PHH 80T, com força máxima de 80 toneladas e temperatura máxima dos pratos de 200°C;
- Estufa de secagem fabricante SOLAB, modelo 102/480, potência de 4000 W, com temperatura máxima de 200°C;
- Conjunto de peneiras vibratórias, fabricante Pavitest;
- Serra circular esquadrejadeira fabricante Verry com mesa de 1,5 x 0,60 m e serra circular fabricante Leitz especificação 250x2.8/e2.0x30 HW Z80/9.82;
- Dissecador fabricante Arsec – controle de umidade;

- 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);
- Raio-x, QMS, Modelo QDP-01X - Density Profiler;
- Microtomógrafo de Raio-X, Bruker, modelo Skyscan 1174 50Kv;
- Microscópio Ótico fabricante Olympus, modelo BX51, câmera acoplada axiocan 105 color, fabricante Zeiss;
- Picador de facas rotativo fabricante Lipel, modelo TM-30;
- Centro de usinagem fabricante DMG, modelo DMU50eco;
- Fresa de topo de metal duro fabricante CMT, S=16mm, D=16x55x110, 3 dentes de corte em hélice código 195.161.11;
- Rugosímetro fabricante MAHR DMBH-GOTTINGEN, modelo MarSurf RD18;
- Sensor de Vibração piezoelétrico Vibro Control modelo TV-100;
- Módulo de canais fabricante National Instruments, modelo BNC-2120;
- Sensor de Potência para motor elétrico LEM AT 50 B10;

4.2. METODOLOGIA

Em metodologia está descrito os procedimentos e etapas para o desenvolvimento desta pesquisa.

4.2.1. RESINA UREIA FORMALDEÍDO (UF) E EMULSÃO DE PARAFINA

A emulsão de parafina, e a resina ureia formaldeído (UF) que combinadas fazem parte para formar o adesivo empregado na pesquisa foram doada pela empresa Duratex S.A. Estes produtos são provenientes de sua planta de produtos químicos onde a produção é utilizada em sua totalidade na fabricação de painéis. A resina ureia formaldeído doada veio acondicionada em frasco com 5kg de resina sendo o seu total 2 frascos (10kg), cuja identificação é Resina Uréia Formaldeído (UF) de formulação UMDFF2AA, 59% teor de sólidos com prazo de validade de um mês e número de lote 0169 específica para produção de MDF e HDF, não sendo fornecida nenhuma outra informação sobre o produto, tais como, acidez, ou outros componentes químicos.

A emulsão de parafina também doada pela empresa Duratex S.A. veio embalado em frasco de 1kg sendo o seu total de dois frascos (2kg), e sua identificação para produção de MDF e HDF, validade de um mês, lote 352 e 50% teor de sólidos não sendo fornecido mais nenhuma informação química. Para a solução utilizada na encolagem das fibras foi utilizado as seguintes porcentagens:

- Resina – 10% da massa total de fibras secas;
- Emulsão de parafina – 1,5% da massa total de fibras secas;

4.2.2. METODOLOGIA NA FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS

Definidas as fibras que vão compor os novos painéis é feita uma estimativa da quantidade de material, quantidade de painéis e as proporções de cada tipo de fibra que vão ser utilizadas para compor os traços dos painéis para o estudo. As fibras são de madeira de eucalipto e de coco e a resina ureia-formaldeído com emulsão de parafina. Para iniciar foi adotado a densidade de 700kg/m³ definida pela norma ABNT NBR 15316-2 (2015) como painel de média densidade, tamanho do painel de 38x32x1,27cm, proporção de resina no valor de 10% da massa de fibras, emulsão de parafina de 1,5% da massa de fibras, tempo de mistura das fibras com a resina de cinco minutos, pressão para conformação do colchão de fibras de 190bar, temperatura dos pratos da prensa de 170°C e tempo do ciclo de prensagem de dez minutos para abertura da prensa. A equação 1 e a equação 2 são utilizadas para se calcular a massa do colchão do painel.

Equação 1. Massa do colchão de fibras

Equação 2. Volume do colchão de fibras

$$m = V \times D \quad (1)$$

$$V = L \times C \times E \quad (2)$$

Onde: D = Densidade expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);
 m = massa expressa em gramas (g);
 V = volume;
 L = largura expresso em centímetro (cm);
 C = comprimento expresso em centímetro (cm);
 E = espessura do CP, expresso em centímetro (cm).

Para se saber a quantidade de resina Ureia-formaldeído (RA) adequada é levado em consideração que a mesma contem 59% de sólidos, portanto será utilizado 10% de resina sobre o valor calculado da massa de fibras considerando apenas a parte de sólidos da resina e não o meio aquoso que ela se encontra. Para isso utiliza-se a equação 3 para se calcular a quantidade de resina correta em meio aquoso contendo a quantidade correta de sólidos.

Equação 3. Resina em meio aquoso

$$RA = \frac{m \times RS}{TS} \quad (3)$$

Onde: RA = resina em meio aquoso expresso em gramas (g);
 m = massa calculada do painel expressa em gramas (g);
 RS = resina sólida calculada para o painel expresso em gramas (g);
 TS = teor de sólidos em porcentagem (%).

Para calcular a quantidade de emulsão de parafina (EP) se utiliza a equação 4 que é basicamente igual:

Equação 4. Emulsão de parafina

$$EP = \frac{m \times PS}{TS} \quad (4)$$

Onde: EP = Resina em meio aquoso expresso em gramas (g);
 m = massa calculada do painel expressa em gramas (g);
 PS = Parafina sólida calculada para o painel expresso em gramas (g);
 TS = Teor de sólidos em porcentagem (%).

Sabendo-se que a massa calculada do painel é apenas de fibras e que ao acrescentar a resina ureia-formaldeído e a emulsão de parafina em sua totalidade de sólidos e não no meio aquoso se aumenta a massa do painel elevando sua densidade, porem seu volume permanece inalterado. Sendo assim para se obter os painéis tentando manter ao máximo a densidade de projeto foi descontado uma pequena fração da sua massa da resina total sendo este desconto 50% da soma das partes sólidas da resina ureia-formaldeído e da emulsão de parafina da massa calculada de fibras puras, para isto utiliza-se a equação 5.

Equação 5. Equilíbrio da densidade do painel

$$EDP = m - \frac{(SR+SEP)}{2} \quad (5)$$

Onde: EDP = Equilíbrio da densidade do painel expresso em gramas (g);
 m = massa expressa em gramas (g);
 SR = Sólidos da resina ureia formaldeído (RA), expresso em gramas (g);
 SEP = Sólidos da emulsão de parafina (EP), expresso em gramas (g).

A Tabela 2 demonstra os cálculos da metodologia de fabricação dos painéis e os resultados utilizando as equações descritas acima

. Tabela 2. Cálculos Metodologia de Fabricação

Metodologia Fabricação dos Painéis		
Dimensão do painel =	38cmx32cmx1,27cm	$D = \frac{M}{V}$ D= densidade M= massa V= volume
Densidade =	700kg/m ³ ou 0,7g/cm ³	
massa de fibras =	38x32x1,27x0,7 = 1081,02 (g)	
Formula Resina Uréia-formaldeído e Emulsão Parafina e Equilíbrio da Densidade do Painel		
Resina Uréia Formaldeído contem 59% de Sólidos		
Massa de Fibras	1081,02g	Total de resina em meio aquoso (RA)
Resina (RA)	10%	183,22g
Teor de Sólidos	0,59%	
RA = (massa de fibras*porcentagem da resina (somente sólidos)) / porcentagem de sólidos da resina RA = 1081,02x0,1 = 108,1g=(108,1/0,59) = 183,22 gramas em meio aquoso (g)		
Emulsão de Parafina contem 50% de Sólidos		
Massa de Fibras	1081,02g	Total de Emulsão Parafina em meio aquoso (EP)
Emulsão Parafina (EP)	1,5%	32,4g
Teor de Sólidos	0,50%	
EP = (massa de fibras*porcentagem da EP (somente sólidos)) / porcentagem de sólidos da EP RA = 1081,02x0,015 = 16,2g= (16,2/0,5) = 32,4 gramas em meio aquoso (g)		
Equilíbrio da Densidade do Painel (EDP)		
Massa de Fibras	1081,02g	Total EDP
Sólidos da Resina	108,1%	1019,05g
Teor de Sólidos	16,2%	
EDP = massa do painel-((sólidos da resina+sólidos emulsão parafina)/2) EDP = 1081,02-((108,1+16,2)/2) = 1019,05g		

(Fonte, Autor)

Para o desenvolvimento da pesquisa foram considerados quatro variantes diferentes denominadas traços (T) de painéis e o quinto traço denominado comercial foi adquirido no comércio local de Bauru, um painel de MDF constituído por fibras de madeira de eucalipto com dimensões de 180cm de largura por 280cm de comprimento por 1,2cm de espessura. Destes foram retirados cinco painéis medindo 38 x 32 x 1,2cm para se retirar os corpos de prova e proceder os ensaios recomendados pela NBR 15316-2 (2015), comparando-se os resultados deste com os fabricados no laboratório.

Para definição dos nomes de todos os traços ficou sendo, T1 painel MDF com 100% de fibra de eucalipto, T2 painel MDF contendo 80% de fibra de eucalipto e 20% de fibra de coco, T3 painel MDF contendo 60% de fibra de eucalipto e 40% de fibra de coco, T4 painel MDF contendo 40% de fibra de eucalipto e 60% de fibra de coco e o T5 painel comercial. Ao todo foram fabricados 5 painéis de cada traço de T1 até T4 e cortado 5 painéis do traço T5 do painel industrial e todos com dimensões de 38cm de comprimento por 32cm de largura por 1,2cm de espessura e as proporções do material utilizado em cada traço de painel estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Cálculos Metodologia de Fabricação

Metodologia Fabricação dos Painéis					
Traço	Materiais		Resina	Emulsão de	Proporção de material
	Fibras de Eucalipto (g)	Fibras de Coco (g)	UF (g)	Parafina (g)	
T1	1019,05	0	183,22	32,4	100% eucalipto
T2	815,24	203,81	183,22	32,4	80% eucalipto+ 20% coco
T3	611,43	407,62	183,22	32,4	60% eucalipto+ 40% coco
T4	407,62	611,43	183,22	32,4	40% eucalipto+ 60% coco
T5	-----	-----	-----	-----	Comercial

(Fonte, Autor)

4.2.3. PREPARAÇÃO DAS FIBRAS DE COCO

A fibra de Coco da espécie *Nucifera* foi adquirida em fardo de 200kg já estando seca na cidade de Hortolândia SP. O material inicialmente se apresentava com fibras longas e bem tramadas contendo algumas partes mais grosseiras e algumas impurezas que pode ser visualizada na Figura 8. Para dar inicio a fibra bruta foi colocada em picador de facas rotativo fabricante Lipel, modelo TM-30 com uma peneira embutida de abertura 10mm, Figura 9 e foi triturado um total de 20 kg de material, suficiente para peneirar na granulometria desejada, tirar finos, resíduos inconvenientes e para uma secagem geral e estabilização do material.

Não foi feito teste da umidade do material inicial porem depois de pronto foi colocado em estufa de secagem fabricante SOLAB, modelo 102/480, até sua umidade chegar a 3%, sendo retirado da estufa e embalado em sacos plásticos e lacrados até sua utilização, o teste de umidade foi feito em Balança determinadora de umidade fabricante Marte, modelo ID 200.

Figura 8. Aparência inicial da fibra de coco.



(Fonte, autor)

Figura 9. Picador Rotativo



(Fonte, autor)

As fibras de coco utilizadas na pesquisa foram peneiradas com auxílio de conjunto de peneiras vibratórias e as malhas utilizadas foram de 9 mesh, 20 mesh, 35 mesh e fundo dos quais todas as fibras menores que 9 e maiores que 35 foram utilizadas para compor o painel, o restante foi descartado por ser muito grande ou ser muito fino, sua aparência final depois de triturada pode ser vista na Figura 10.

Figura 10. Aparência Final das Fibras de Coco



(Fonte, autor)

4.2.4. PREPARAÇÃO DAS FIBRAS DE EUCALIPTO

As fibras de madeira de eucalipto já processadas porém úmidas foram doadas pela empresa Duratex S.A.. Estas fibras são provenientes de floresta plantada para consumo próprio e depois de cortadas são levadas para o pátio de estocagem dentro da própria fábrica sendo em seguida levadas para o início da linha de produção onde são descascadas e picadas, seguindo para o desfibrador onde estes cavacos de madeira são desfibrados tornam-se fibras com aparência de um chumaço de algodão. As fibras para este trabalho foram retiradas da linha industrial da fábrica da Duratex unidade Botucatu localizada no município de Botucatu-SP. O total doado de fibras foi de 21,7kg úmida. A Figura 11 demonstra como as fibras vieram da fábrica e a aparência das fibras de eucalipto utilizadas nesta pesquisa é vista na Figura 12. Depois de desembaladas as fibras foram secadas em estufa já descrita anteriormente até atingirem 3% de umidade, não foi feito nenhum teste de umidade das fibras antes da secagem somente para aferir quando as fibras chegaram na umidade de 3% com ajuda de balança determinadora de umidade, em seguida as fibras foram acondicionadas em sacos plásticos e lacrados até o dia da sua utilização sendo sua totalidade aproveitada pois já veio pronta necessitando apenas de secagem.

Figura 11. Fibras de eucalipto



(Fonte, autor)

Figura 12. Aparência das fibras de eucalipto



(Fonte, autor)

4.2.5. COMPARAÇÃO DAS FIBRAS DE EUCALIPTO COM AS FIBRAS DE COCO

Antes de iniciar a fabricação dos painéis uma caracterização entre os dois tipos de fibras foi feita a fim de observar as dimensões e a peculiaridade de cada uma das fibras que compõem o produto desenvolvido e também para ajudar no entendimento dos resultados. Para isto foi utilizado um microscópio ótico, fabricante Olympus, modelo BX51, com ampliação de 50x sendo feitas imagens com medições

das duas fibras lado a lado e também realizado o perfil granulométrico utilizando um conjunto teste de peneiras vibratórias paviteste com malhas de 9 mesh, 20 mesh, 35 mesh, 60 mesh e menores que 60 mesh (fundo).

Para este teste foi adicionada uma massa de 15g de fibras de eucalipto e 30g de fibra de coco com tempo de vibração no conjunto de peneiras vibratórias de 10 minutos, sendo realizadas três amostragens de eucalipto e três amostragens de fibra de coco. As amostras foram retiradas de embalagens diferentes e lugares diferentes, parte superior das embalagens, meio e fundo das embalagens de armazenamento.

4.2.7. DENSIDADE APARENTE DAS FIBRAS

Para saber o valor da densidade das fibras de eucalipto e fibras de Coco foi feito o ensaio de densidade aparente onde se usa um recipiente com volume conhecido enchendo-o até a marcação determinada apertando ao máximo o material para retirar o ar e espaços em vazio. No experimento foi utilizado um copo de 200 mililitro (200ml) onde seu volume foi convertido para centímetro cúbico sendo calculado em 200cm³. A ideia é colocar o máximo de cada uma das fibras no mesmo volume que já é conhecido, verificar seu peso e determinar a densidade o mais próximo da real.

Para determinar com maior exatidão foi utilizada uma proveta graduada fabricante Laborglas, capacidade de 1000 ml + ou - 10ml - 10/1 - 20° C - In ISO 4788 sendo usado 200ml de água e em seguida despejada em um copo sendo ele marcado na altura máxima da água com uma linha azul e este é o limite para colocar as fibras e em sequencia este copo é colocado numa balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com divisão de 0,01g. Na balança a massa do copo foi descontada sendo esta operação conhecida como tara, sendo posteriormente abastecido com as amostras de fibras para conhecer suas respectivas massas. Para o cálculo foi utilizada a formula prescrita na equação 6.

Equação 6. Densidade aparente das fibras

$$D = \frac{m}{V} \times 1000 \quad (6)$$

Onde: D = Densidade expresso em quilo grama por metro cúbico (kg/m³);
 m = massa da fibra pesada em balança com resolução de 0,01 expressa em gramas (g);
 V = Volume do recipiente expresso em centímetro cubico (cm³);
 Multiplicar o resultado por mil para passar para quilo grama por metro cúbico (kg/m³).

Na Figura 13 é apresentado o copo demarcado com linha azul já na balança programada com a tara e a proveta ao lado:

Figura 13. Balança, copo e proveta



(Fonte, autor)

4.2.8. PRODUÇÃO DOS PAINÉIS DE MDF DE FIBRAS DE EUCALIPTO E FIBRAS DE COCO

Para dar início a produção dos painéis de fibras de eucalipto e coco é feita a pesagem da resina mais a emulsão de parafina utilizando uma balança de precisão já descrita, figura 14, e na sequência é pesado as fibras que vão compor o painel na quantidade determinada para cada traço, porém ao abrir a embalagem que acondiciona a fibra a mesma é colocada novamente em balança determinadora de umidade para se averiguar o teor da umidade sendo que esta deve ser menor que 3%, Figura 15;

Figura 14. Pesagem da resina e emulsão parafina



(Fonte, autor)

Figura 15. Avaliação do teor de umidade



(Fonte, autor)

Feita a pesagem da resina e emulsão de parafina, esta mistura é colocada em uma pistola de pintura tipo gravidade, com bico de 1,2mm, pressão de trabalho de 20 libras. O ar comprimido utilizado para o funcionamento da pistola passa por um processo de filtragem de ar com auxílio de filtro triplo para eliminar qualquer substância que possa contaminar a resina. A pressão inicial que vem do compressor é de 170 libras, sendo que o filtro também regula a pressão para 20 libras, Figura 16:

Figura 16. Pistola pintura e filtro de ar



(Fonte, autor)

No caso das fibras, estas, depois de pesadas na proporção do traço e em sua totalidade da massa, que é de 1019,05g, foram espalhadas em uma mesa em uma camada bem fina para que o máximo de fibras receba um pouco de resina que acaba sendo aplicada em forma de uma névoa bem leve e fina, a Figura 17 demonstra como foi realizado este importante procedimento para a fabricação dos painéis, pois a aplicação da resina tem uma elevada importância na qualidade final da fabricação sendo que este fator pode interferir diretamente nos ensaios se esta não for distribuída uniformemente. Aplicada à resina essas fibras foram recolhidas e colocadas em um misturador de 200 litros (Figura 18) para proceder à mistura e uma melhor homogeneização com o auxílio de uma furadeira industrial fabricante Makita

modelo HP 2050 com 720 W de potência, acoplada a um batedor de massa leve por um período de 5 minutos:

Figura 17. Fibras espalhadas e aplicação resina



(Fonte, autor)

Figura 18. Tambor 200 litros, furadeira industrial e batedor de massa leve



(Fonte, autor)

Dando sequência na fabricação, foi retirada toda a massa de fibras já homogeneizadas do tambor e distribuir cuidadosamente e de maneira mais uniforme possível dentro da caixa formadora. A caixa formadora é composta de dois segmentos desmontáveis e um quadro metálico (Figura 19). Sendo que conforme

se compacta o colchão seu volume diminui retirando-se um segmento da caixa. No fundo desta caixa formadora de colchão tem um quadro metálico na dimensão de 38x32x1,27cm que é o responsável pelas dimensões finais do painel após prensagem. O quadro metálico também é um delimitador de espessura e contém furos e pequenos canais em todo o seu perímetro, tanto na parte inferior quanto na parte superior, permitindo a saída do vapor durante o processo de prensagem à quente, este vapor é a parte aquosa da resina que evapora e é também a umidade presente nas fibras e que se acumular internamente no painel pode ocasionar trincas ou bolhas na hora de abrir a prensa tornando o painel defeituoso e impróprio para uso, por isto é de extrema importância secar toda a fibra com o mínimo de umidade possível e extrair o máximo de vapor possível do painel no momento de sua fabricação

Figura 19. Caixa formadora e quadro metálico



(Fonte, autor)

Para se montar a caixa formadora e fabricar o painel primeiro coloca-se uma chapa de aço inox sobre a pré-prensa de alavanca, feita de madeira e em seguida coloca-se uma folha de papel alumínio sobre esta chapa, que faz a função de desmolde do painel após prensagem e em seguida cola-se a caixa formadora com seu quadro metálico encaixado na parte inferior da mesma sobre todo o conjunto. Como descrito acima para fabricar o painel utiliza-se um equipamento chamado de pré-prensa que nada mais que uma prensa manual feita de madeira com sistema de alavanca que facilita a conformação do colchão de fibras fabricada no laboratório. Com a ajuda desta prensa manual, foi possível conformar o colchão de fibras de forma mais eficiente e com compactação mais uniforme ganhando assim resistência suficiente para ser levado para prensa hidráulica para conformação final. A Figura 20 mostra a caixa formadora e a pré-prensa conformando um colchão de fibras e a Figura 21 o painel pronto e conformado para ser levado na prensa hidráulica e fazer a conformação final.

Figura 20. Caixa formadora e pré-prensa



(Fonte, autor)

Figura 21. Painel pronto e conformado



(Fonte, autor)

Formado o colchão de fibras, o mesmo foi levado para a prensa hidráulica fabricante PHS, modelo PHH 80T, com força máxima de 80 toneladas e temperatura máxima dos pratos de 200°C, com pratos aquecidos a 170°C e o painel foi conformado sob pressão de 190 bar pelo tempo de 10 minutos. Finalizado esse tempo de prensagem com ciclo único à prensa foi aberta lentamente aliviando-se a pressão interna para que o vapor residual preso que não pode sair pelos orifícios do delimitador saia sem causar danos ou acidentes, caso haja muito vapor internamente no painel e a prensa for aberta rapidamente ele pode vir a explodir!.

Em seguida o painel prensado foi retirado da prensa e levado para ambiente com temperatura e umidade controladas, a fim de que esfrie lentamente. As Figuras 22 e 23 mostram a sequência desse procedimento.

Figura 22. Painel na prensa para conformar



(Fonte, autor)

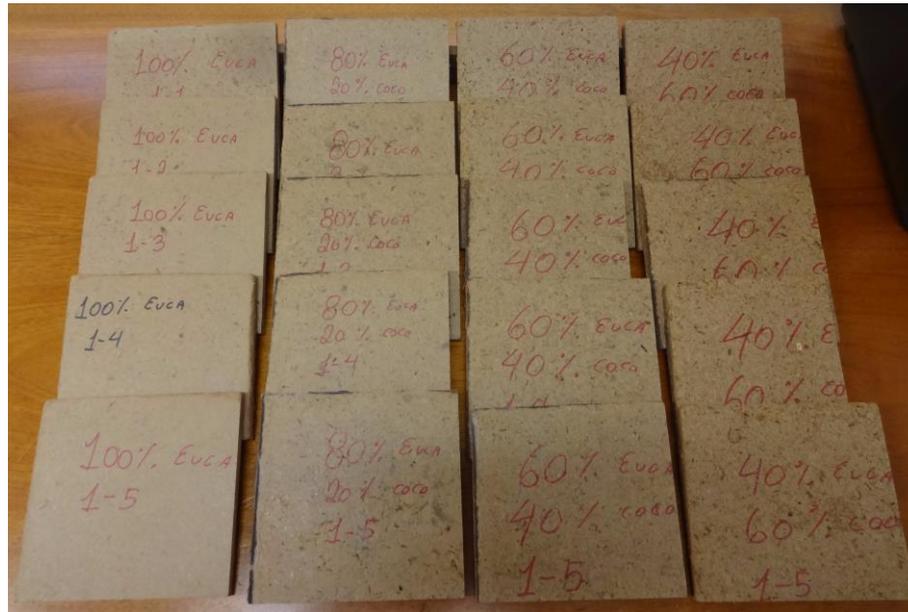
Figura 23. Painel pronto e conformado



(Fonte, autor)

Terminado todo processo de fabricação tem-se então o total de vinte peças de painéis, cinco de cada um dos quatro traços, nota-se que conforme se aumenta as fibras de coco o painel vai ficando mais escuro por causa da coloração mais escura desta fibra. A Figura 24 demonstra a aparência dos painéis fabricados com os quatros diferentes traços T1, T2, T3 e T4, lembrando que o traço T5 por ser material comercial não está inserido nesta imagem.

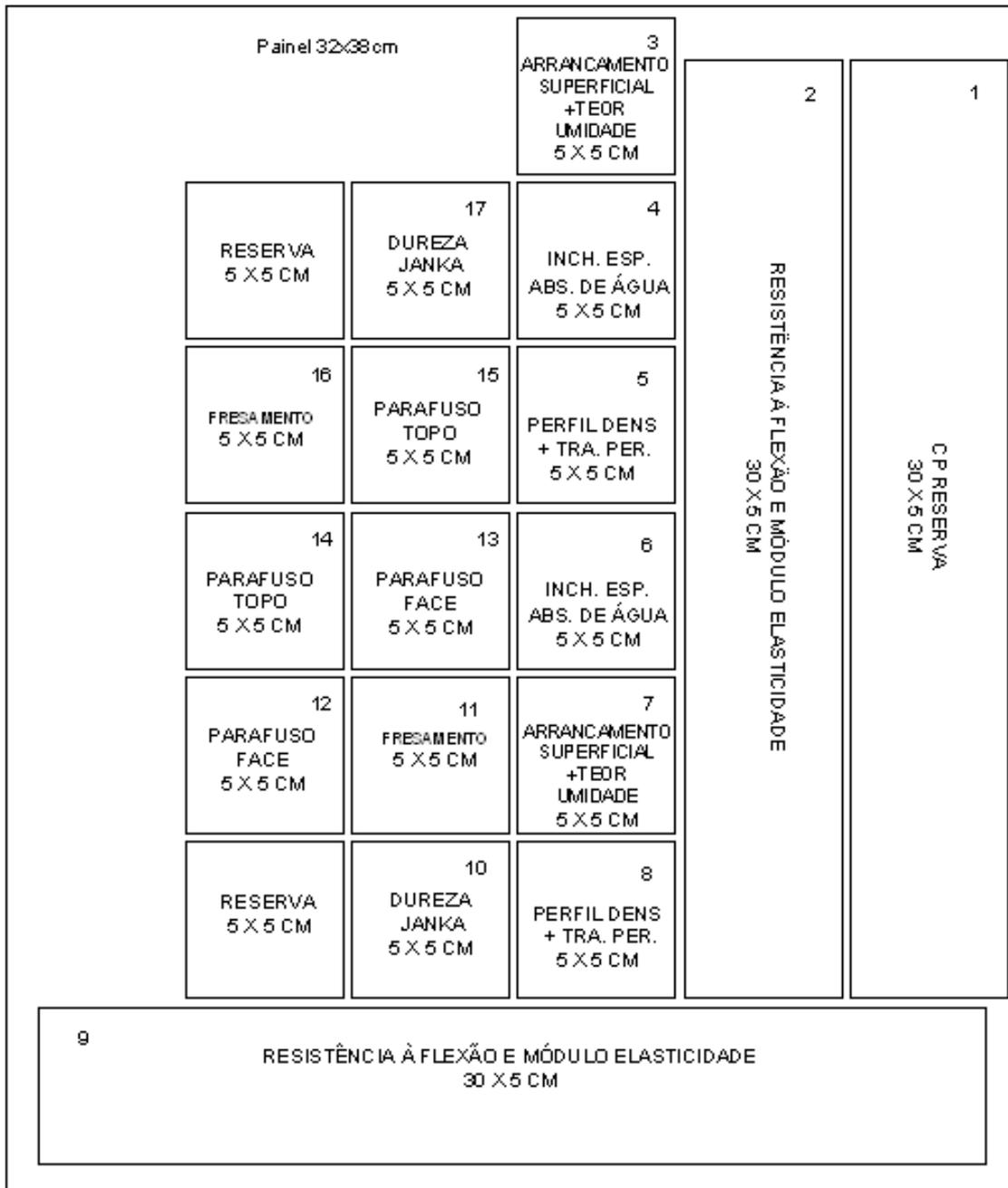
Figura 24. Painéis fabricados



(Fonte, autor)

Para se fazer a avaliação dos painéis de MDF fabricados com fibras de eucalipto e com fibras de coco a norma NBR 15316-2 (2015) foi estudada e tendo os ensaios plausíveis de serem feitos escolhidos foi elaborado um plano de corte contendo os seguintes ensaios físicos: densidade, inchamento em espessura 24 horas, absorção de água 24 horas e teor de umidade utilizando 10 corpos de prova para cada ensaio com dimensões de 50 x 50mm. Os ensaios mecânicos selecionados foram: flexão estática e módulo de elasticidade utilizando-se 10 corpos de prova com dimensões de 300 x 50 mm, tração perpendicular às faces, tração superficial, dureza Janka, parafuso topo e parafuso face e todos estes utilizando 10 corpos de prova com dimensões de 50 x 50mm e também o ensaio de fresamento que não faz parte da norma. A Figura 25 ilustra o plano de corte utilizado de uma forma simples.

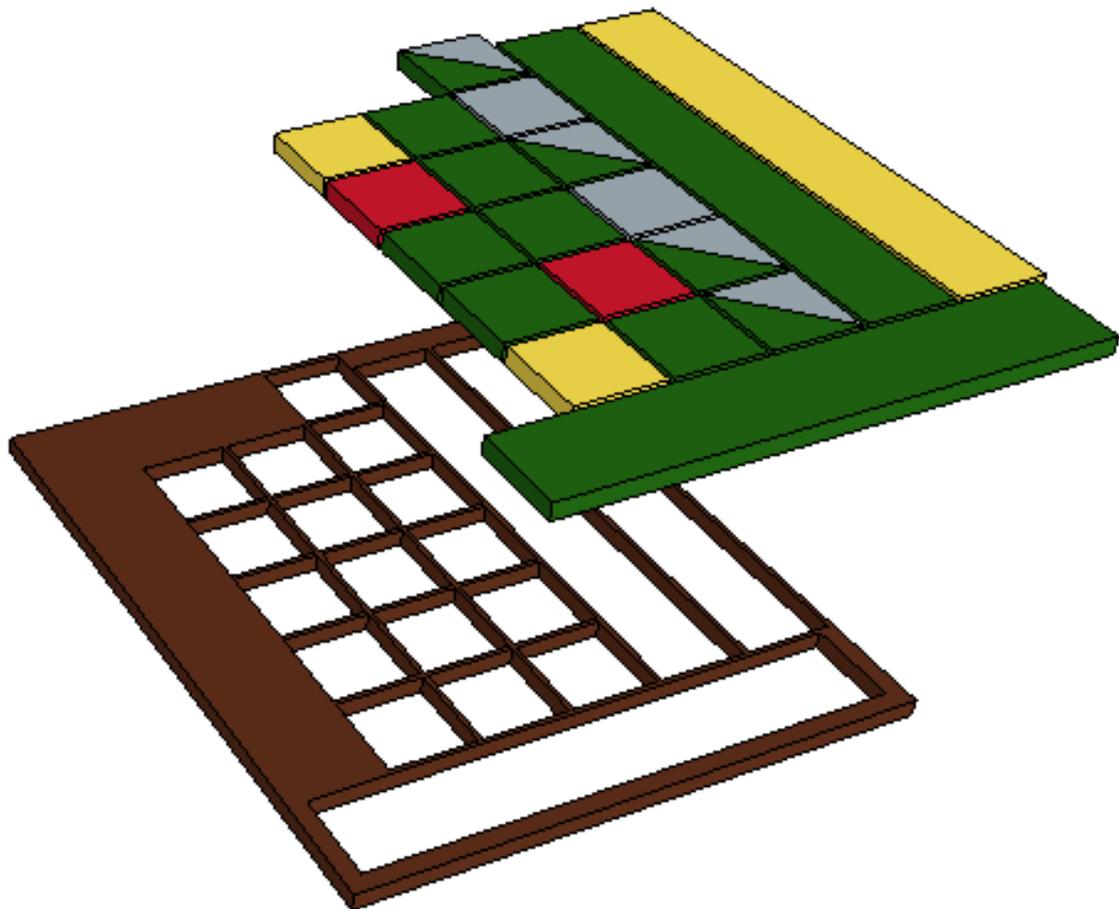
Figura 25. Plano de corte utilizado



(Fonte, autor)

Para facilitar a visualização foi feita uma Figura (26) esquematizando ou mesmo mapeando o que são cada cada corpo de prova por cores e se são para ensaio físicos, fresamento, mecânicos ou mesmo reserva sendo que os corpos em cores verde e cinza são para ensaio mecânicos e depois físicos como exemplo seria o ensaio físico de densidade que não provoca nenhum dano no corpo de prova e em seguida o mesmo serve para o ensaio mecânico de tração perpendicular, o cinzas são puramente ensaios físicos, os verdes puramente ensaios mecânicos, os vermelho ensaio de fresamento e os amarelos são corpos de prova reserva para serem utilizados em caso de algum resultado extremamente diferente dos demais ou mesmo para outro tipo de ensaio.

Figura 26. Esquema de mapeamento de corte



	Ensaio Mecânico
	Ensaio Físico
	Ensaio de Fresamento
	Corpo de Prova Reserva

(Fonte, autor)

4.3. ENSAIOS FÍSICOS

Neste capítulo estão descritos de maneira objetiva como são feitos os ensaios físicos realizados nesta pesquisa.

4.3.1. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE

Para se determinar a densidade dos painéis desenvolvidos em laboratório é preciso retirar 10 corpos de prova de cada traço de painel sendo no total 50 corpos de prova sendo estes com dimensões de 50x50mm. Para fazer o ensaio é utilizado na medição, um paquímetro digital para aferir o comprimento e largura, o micrômetro digital para aferir a espessura e uma balança com resolução de 0,01g utilizada na determinação da massa das amostras. Para esse cálculo foram utilizadas as equações 7 e 8.

Equação 7. Densidade do CP

Equação 8. Volume do CP

$$D = \frac{m}{V} \times 1000000 \quad (7)$$

$$V = L \times C \times E \quad (8)$$

Onde:

D = é a densidade do CP (corpo de prova), expressa em quilogramas por metro cúbico (kg/m^3);

m = é a massa do CP, expressa em gramas (g);

V = é o volume do CP, expresso em milímetro cúbico (mm^3);

L = é a largura do CP, expresso em milímetros (mm);

C = é o comprimento do CP, expresso em milímetro (mm);

E = é a espessura do CP, expresso em milímetros (mm).

4.3.2. DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA E DO INCHAMENTO EM ESPESSURA

No ensaio de absorção de água, as amostras no total de 50 corpos de prova, 10 de cada traço de painel com dimensões de 50x50mm inicialmente são pesadas para averiguar a massa inicial em uma balança digital com resolução de 0,01g, obtendo-se a massa M0. Feito este processo os corpos de prova foram imersos em um recipiente com água com temperatura controlada em $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, de forma que os mesmos fiquem no mínimo 25 mm abaixo da linha d'água por períodos de 24h. Então foram pesadas novamente, obtendo-se a massa saturada, denominada M1.

Com esses valores e a equação 9, obteve-se a absorção de água expressa em porcentagem.

Equação 9. Absorção de Água

$$A = \frac{m1-m0}{m0} \times 100 \quad (9)$$

Onde:

A = absorção de água, expresso em porcentagem (%);
 m1 = massa do CP após a imersão, expresso em gramas (g);
 m0 = massa do CP antes da imersão, expresso em gramas (g).

O ensaio de inchamento em espessura segue as mesmas recomendações do ensaio de absorção de água com mesmo número de corpos de prova e medidas, porem neste caso é determinado o aumento percentual da espessura do painel devido à absorção de água, mede-se a espessura do corpo de prova no ponto mais ao centro da amostra, antes dela ser imersa em água, obtendo-se a espessura E0. Após imersão por períodos de 24 horas foi obtido a espessura após saturação, denominado E1. A diferença entre o E1 e E0, fornece o aumento percentual da espessura calculado através da equação 10.

Equação 10. Inchamento em Espessura

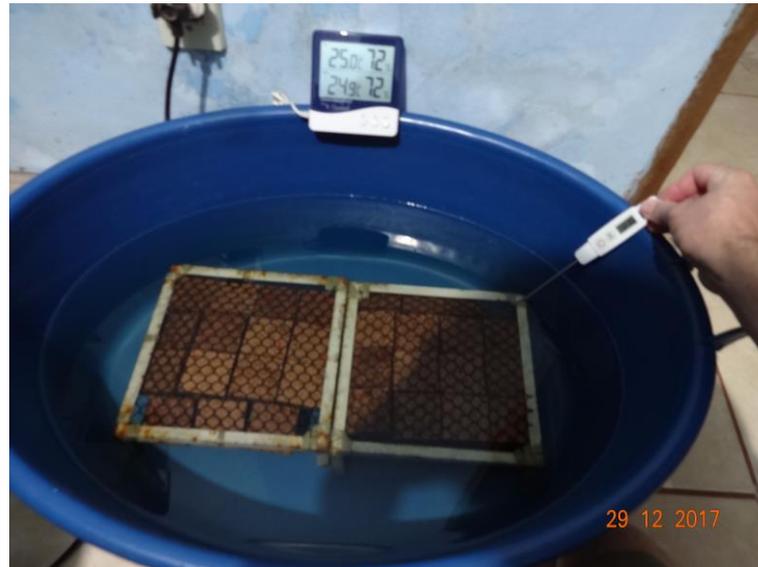
$$I = \frac{E1-E0}{E0} \times 100 \quad (10)$$

Onde:

I = inchamento em espessura do CP, expresso em porcentagem (%);
 E1 = espessura do CP após imersão, expressa em milímetros (mm);
 E0 = espessura do CP antes da imersão, expresso em milímetros (mm).

Através destes dois ensaios é avaliada a capacidade dos painéis desenvolvidos em laboratório em absorverem umidade do meio ambiente, o que influencia diretamente na sua utilização, sendo depois a classificados em função de elemento de vedação, interno ou externo. Figura 27 representação do ensaio de absorção de água e inchamento em espessura.

Figura 27. Representação ensaio absorção de água e inchamento em espessura



(Fonte, autor)

4.3.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Para o ensaio de determinação do teor de umidade são cortados 10 corpos de prova de cada traço de painel perfazendo um total de 50 peças com dimensões de 50x50mm, sendo estes corpos de prova então pesados para se averiguar a massa úmida, denominada M_u . Em seguida são colocados em estufa de secagem em temperatura controlada de 103°C podendo variar $\pm 2^\circ\text{C}$, e ali permaneceram até que toda a umidade possível seja retirada. Para se obter a massa seca, denominada M_S o corpo de prova tem que ter no mínimo duas pesagens consecutivas sem que se tenha variação de massa ou que ela seja inferior a 0,1%. A relação entre M_u e M_S , fornece o valor da umidade residual do CP, calculada pela equação 11.

Equação 11. Teor de Umidade

$$U = \frac{mU - mS}{mS} \times 100 \quad (11)$$

Onde:

- U = é a umidade residual do CP, expressa em porcentagem (%);
- mU = é a massa úmida do CP, expressa em gramas (g);
- mS = é a massa seca do CP, expressa em gramas (g).

4.4. ENSAIOS MECÂNICOS

Estão descritos neste item os ensaios mecânicos realizados no desenvolvimento desta pesquisa.

4.4.1. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE

No ensaio de determinação da resistência à flexão e módulo de elasticidade os corpos-de-prova que são num total de 50 peças com 10 de cada traço e medindo 300x50mm são colocados em uma máquina universal de ensaios, apoiados em dois pontos de maneira a deixar um vão livre de 250mm, com a aplicação de carga no meio do vão livre, de forma lenta e gradual. Para o calculo do módulo de ruptura (MOR), utilizou-se a equação 12 e para o calculo do módulo de elasticidade (MOE), utilizou-se a equação 13.

Equação 12. Módulo de Ruptura (MOR)

Equação 13. Módulo de Elasticidade (MOE)

$$MOR = \frac{1,5 \times (P \times D)}{B \times (E)^2} \quad (12)$$

Onde:

MOR = módulo de ruptura, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

P = carga de ruptura lida no indicador de cargas, expresso em newtons (N);

D = distância entre os apoios do aparelho, expresso em milímetros (mm);

B = largura do corpo-de-prova, expresso em milímetros (mm);

E = espessura média tomada em 3 pontos do corpo-de-prova (mm).

$$MOE = \frac{P1 \times D^3}{d \times 4 \times B \times E^3} \quad (13)$$

Onde:

MOE = módulo de elasticidade, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

P1 = é a carga no limite proporcional lida no indicador de cargas, expresso em newtons (N);

D = distância entre os apoios do aparelho, expresso em (mm);

d = é a deflexão correspondente à carga P_1 , expressa em milímetros (mm);
 B = largura do corpo-de-prova, expressa em milímetros (mm);
 E = espessura média tomada em 3 pontos do CP, expressa em milímetros (mm).

A Figura 28 demonstra o ensaio de flexão e módulo de elasticidade.

Figura 28. Ensaio resistência a flexão e módulo de elasticidade



(Fonte, autor)

4.4.2. DETERMINAÇÃO À RESISTÊNCIA A TRAÇÃO PERPENDICULAR AS FACES

O ensaio de tração perpendicular às faces é utilizado para analisar a ligação interna entre partículas e adesivo, estando esta relacionada diretamente a densidade do painel, a qualidade da mistura da resina e fibras, ao tempo e a temperatura utilizada na fase de prensagem, bem como a quantidade de resina utilizada na mistura.

São utilizados 10 corpos de prova de cada traço de painel desenvolvido com 50x50mm e estes são colados em duas placas metálicas, sendo uma placa na base e outra no topo das amostras. Os corpos-de-prova foram colocados na máquina universal de ensaios e submetidos a carregamentos crescentes até ocorrer à ruptura. A resistência a tração perpendicular as faces foi calculada através da equação 14.

Equação 14. Resistência a tração Perpendicular

$$TP = \frac{P}{S} \quad (14)$$

Onde:

TP = resistência à tração perpendicular as faces, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

P = carga na ruptura lida no indicador de cargas, expressa em newtons (N);

S = área da superfície do corpo-de-prova, expressa em milímetros quadrados (mm²).

Figura 29. Ensaio resistência a flexão e módulo de elasticidade



(Fonte, autor)

4.4.3. DETERMINAÇÃO À RESISTÊNCIA A TRAÇÃO SUPERFICIAL

Para fazer o ensaio de determinação à resistência superficial foram recortados dez corpos de prova com dimensões de 50mm x 50mm sendo então feito uma ranhura com o auxílio de uma serra copo e uma furadeira de bancada. Esta ranhura em forma de círculo com profundidade de 1mm bem ao centro tem diâmetro de 35,7 mm \pm 0,2 mm de diâmetro e é onde se cola um dispositivo metálico em forma de pino sendo este circular de diâmetro semelhante à ranhura realizada e na parte superior ele tem uma saliência para encaixe na maquina universal de ensaio. Para se calcular à resistência à tração superficial utiliza-se a equação 15:
Equação 15. Resistência a Tração Superficial

$$RS = \frac{L}{S} \quad (15)$$

Onde:

RS = resistência à tração superficial em Newtons por milímetros quadrado (N/mm²);

L = leitura do indicador de cargas da maquina universal em newtons (N);

S= área de rompimento do corpo-de-prova, equivalente a 1.000mm².

Figura 30. Ensaio de resistência a tração superficial

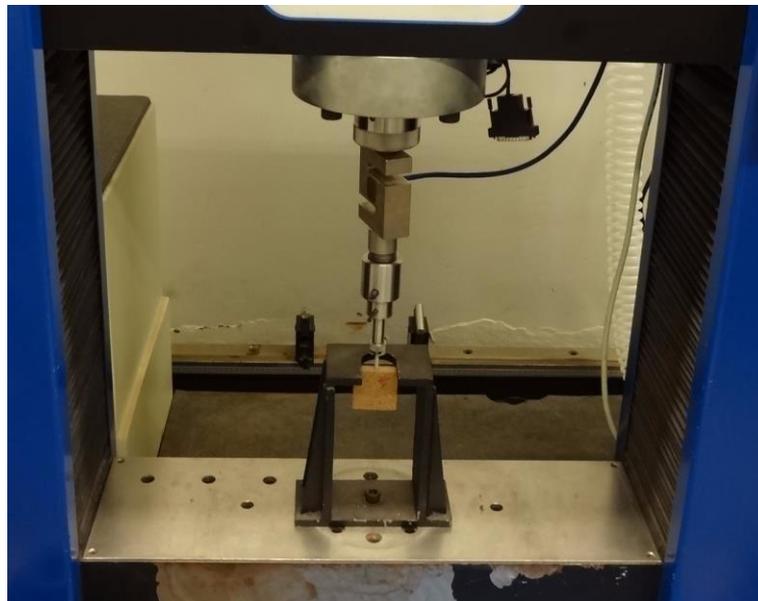


(Fonte, autor)

4.4.4. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ARRANCHAMENTO DE PARAFUSO TOPO E FACE

Neste ensaio são cortados e separados 20 corpos de prova medindo 50 mm x 50 mm, sendo que dez são para o ensaio de arrancamento de parafuso de topo e outros 10 para ensaio de arrancamento de parafuso na face. Para se realizar o ensaio todos os corpos de prova são furados em furadeira de bancada com uma broca de 2,7mm \pm 0,1 mm com profundidade de 15mm e \pm 0,5 mm de erro sendo este furo centrado tanto na parte da face como do topo do corpo de prova. Após o furo é colocado um parafuso para madeira auto-atarraxante com cabeça tipo panela de fenda com tamanho de 4,2 mm x 38 mm de espessura e passo da rosca de 1,4 mm até a profundidade especificada. Para o ensaio o corpo de prova pronto com o parafuso é colocado na máquina universal de ensaio sendo este fixado em dispositivo tipo unha de martelo onde o conjunto recebe velocidade constante de 10 mm/min. O resultado deve ser a média dos valores lidos na máquina universal de ensaio expresso em newtons com precisão de 0,1N. Este ensaio pode ser visualizado através da Figura 31.

Figura 31. Ensaio arrancamento parafuso topo



(Fonte, autor)

4.4.5. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À DUREZA JANKA

Para este ensaio a norma NBR ABNT 15316-2 (2015) não faz nenhuma menção das dimensões dos corpos de prova sendo assim os corpos de prova foram confeccionados utilizando o tamanho padrão dos outros ensaios com 50x50mm no total de 10 corpos de cada traço de painel a fim de facilitar e aproveitar melhor o painel desenvolvido em laboratório. O dispositivo para ensaio é uma esfera metálica com 11,3 mm de diâmetro onde acopla-se o conjunto de acessórios na máquina universal de ensaio com compressão em 6 mm/min penetrando a esfera no corpo de prova até a metade do seu diâmetro ou seja 5,65 mm. É feita uma penetração em cada amostra bem no centro de cada corpo de prova e a leitura é feita diretamente na máquina, com os resultados expressos em megapascal, com a exatidão mínima 1 MPa. Na Figura 32 se pode observar como é feito este ensaio.

Figura 32. Ensaio dureza janka



(Fonte, autor)

4.5. ANALISE ESTATÍSTICA

Para entender os resultados da parte experimental e os tratamentos dos painéis na avaliação de ensaios físicos e mecânicos depois feito todos os ensaios e gerado todos os dados os mesmos são disponibilizados em tabelas montadas em excel (software Microsoft versão Office 2010) para geração dos valores de máximas, médias, desvio padrão, mínimas, gráficos e teste por Anova com confiabilidade mínima de 95% para se obter valores de P, F, F crítico e Variância. Depois de aplicado o teste de Anova é aplicado o teste de Tukey utilizando o software Minitab

versão 16.1.1 demonstrando se teve diferenças significativa entre os grupos de painéis com um nível mínimo de confiança de 95% (Pimentel-Gomes, 2000).

4.6. DENSITOMETRIA POR RAIOS-X

A análise por densitometria por raios-x é um ensaio não destrutivo realizado com o auxílio do equipamento de Raios-x, QMS, Modelo QDP-01X - Density Profiler, cuja a principal ideia é averiguar o perfil da densidade e comparar o mesmo com a densidade encontrada no ensaio de densidade físico e calculado através das recomendações da NBR ABNT 15316-2 (2015). Para este ensaio foi utilizado 10 corpos de prova para cada tratamento no total de 50 corpos de prova sendo que cada corpo tem 50x50mm e espessura média de 12,3mm e os parâmetros para ensaio voltagem de 33Kv, ângulo de radiação de 11° e colimação inicial e final dos feixes de 100 e 50 microns metro. O pesquisador Belini et al (2009) relata que a densitometria por raios-x é uma importante variável para se analisar o estágio de prensagem do colchão de fibras assim como outras variáveis do processo bem como a caracterização das propriedades e Surdi et al (2014) afirma que também é possível se estudar os resultados de densidade aparentes dos painéis com a ligação interna e que a densidade mínima averiguada através do raios-x obtida acaba trazendo forte influencia na densidade média. Na figura 33 é possível visualizar como é o equipamento de raios-x, o porta amostra e onde ele é colocado no equipamento:

Figura 33. Equipamento de Raios-x

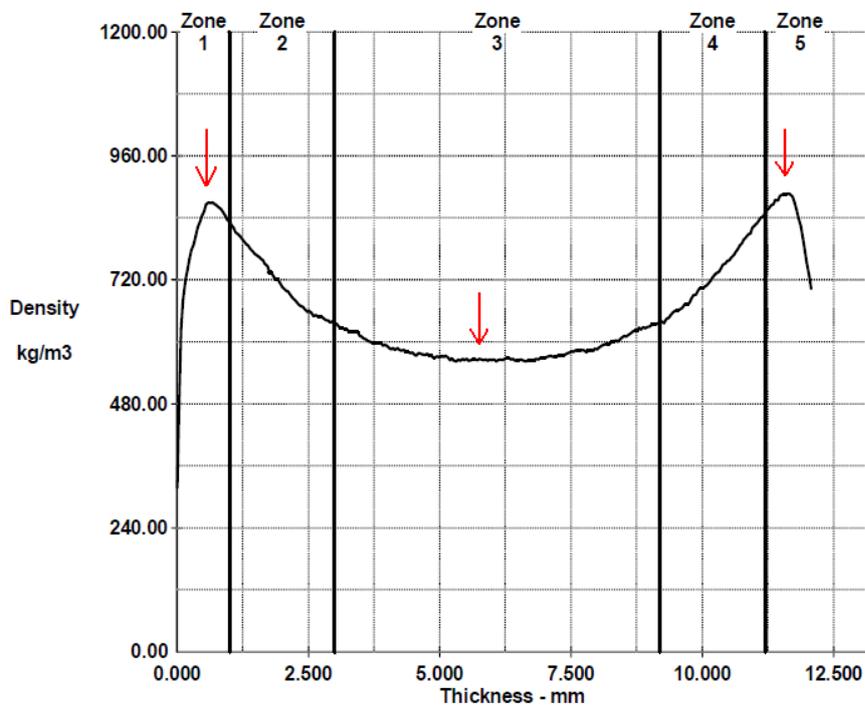


(Fonte, autor)

O seu funcionamento se dá através de uma radiação eletromagnética que penetra o corpo de prova e quando o atravessa a uma interação entre os fótons do raios-x que é removida numa proporção a massa específica do corpo de prova, da

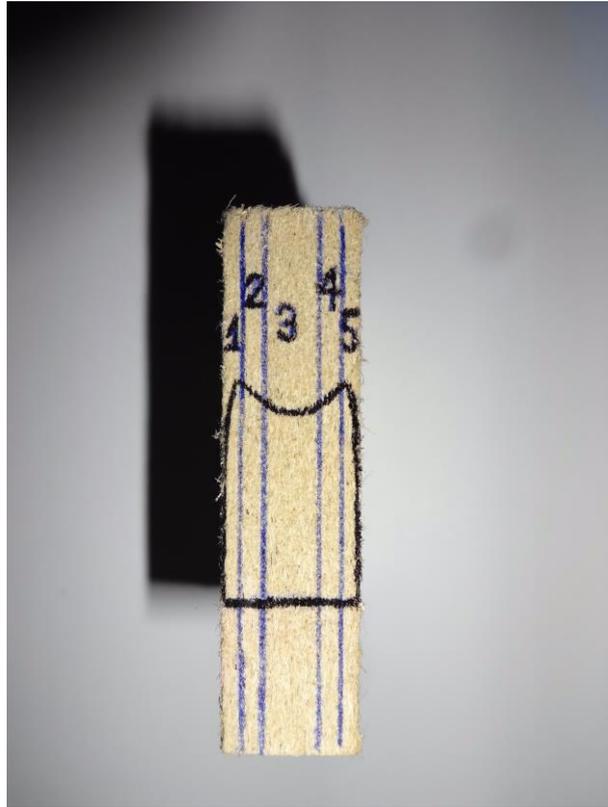
espessura do mesmo, Siqueira (2004). Ao se fazer o raio-x o equipamento vai fazendo disparos por passos de comprimento em microns metros (20 μ m) onde ele vai a cada disparo averiguando a densidade assim é gerado um gráfico com características assemelhadas com a letra M, sendo este dividido em várias zonas de densidade ao longo da espessura do corpo de prova, este se inicia de um lado da face do painel podendo ser chamada de zona 1 até a saída na outra face, zona 5. Caso o gráfico gerado não tenha uma aparência de M o ensaio pode demonstrar que a princípio houve uma má formação do painel no ato da prensagem sendo que a Figura 35 representa um gráfico gerado pelo equipamento onde fica evidente as zonas (setas em vermelho), e suas densidades sendo que normalmente as zonas 1 e 5 tem maior densidade por estarem em contato direto com os pratos da prensa e sofrerem maiores preções e aquecimento e a zona 3 menor densidade por ser o interior do painel demonstrando assim a qualidade da conformação do material no ato da prensagem a quente, a Figura 35 demostra como é o gráfico no corpo de prova real olhando ele pela espessura sendo que os números de 1 até 5 representam as zonas. Bellini (2009) explica que podem ser encontrados vários tipo de gráficos num ensaio de raio-x sendo eles A: Aquecimento ou pressão desigual nas superfícies do painel MDF; B: Baixas pressões durante prensagem e ou baixa umidade do colchão de fibras; C: Baixa velocidade de prensagem e D: Alta velocidade de prensagem, a Figura 36 demonstra os tipos de gráficos:

Figura 34. Representação do gráfico de densidade



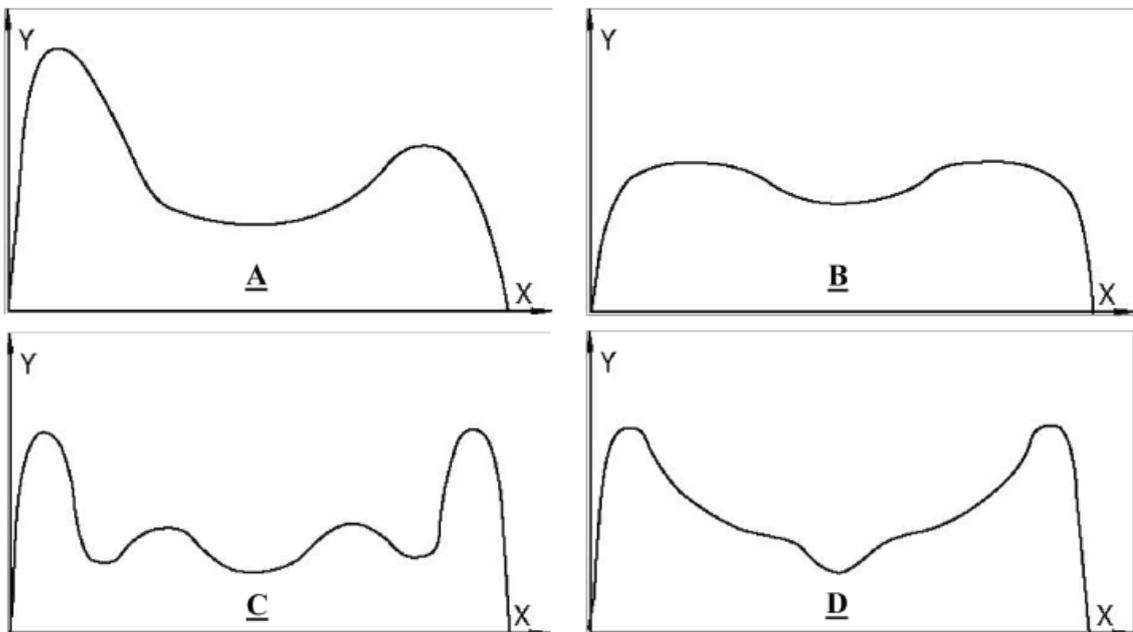
(Fonte, autor)

Figura 35. Representação do gráfico no corpo de prova real



(Fonte, autor)

Figura 36. Tipos de gráficos gerados no raio-x



(Fonte, autor)

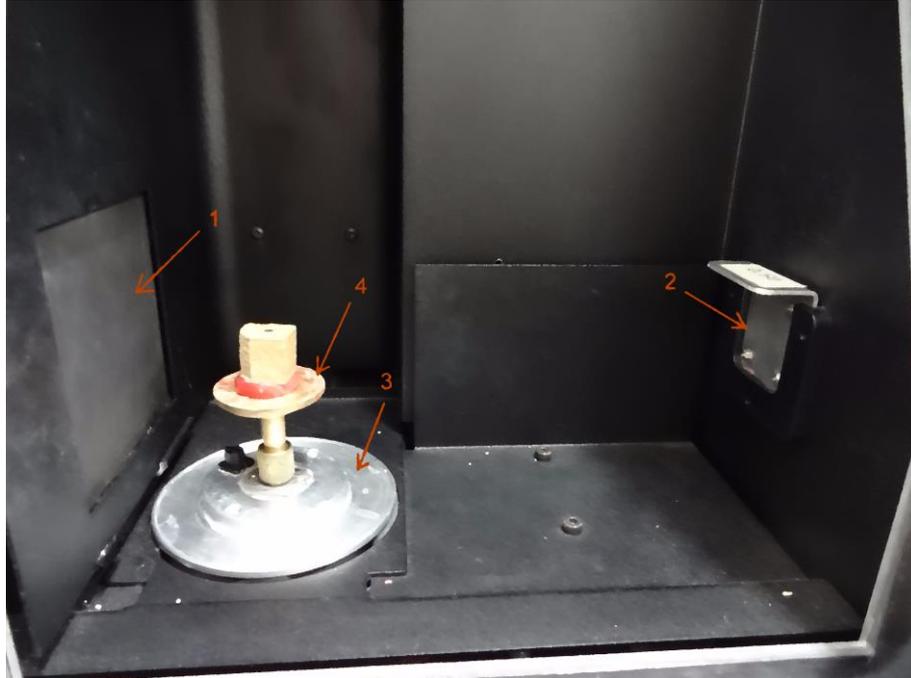
4.7. MICROTOMOGRAFIA POR RAIOS-X

A microtomografia por raios-x é um ensaio com um dos mais altos níveis de sofisticação para ensaios não destrutivos da atualidade e que funciona com a atenuação de feixes de raios-x que ao atravessar um objeto em várias alturas, ângulos e comprimentos permite com a ajuda de uma câmera captar centenas ou milhares de imagens que depois de processadas com o auxílio de um software são juntadas e formam o objeto em 2D ou 3D revelando seu interior, defeitos, entre outras imperfeições sendo excelente para ensaios em madeira e painéis de madeira, Mayo et al (2010), Belini (2011). O equipamento utilizado para se obter as imagens é o Microtomógrafo de Raios-X, Bruker, modelo Skyscan 1174-50kv.

Para se obter as imagens do microtomógrafo foi feito pequenos corpos de prova com 1,2x1,2cm quadrados com um chanfro em uma de suas laterais para diferenciar a área onde foi feito o corte e para facilitar a leitura das imagens depois de analisadas, foram feitos 5 corpos de prova, um para cada traço de painel e os parâmetros para obtenção das imagens foram, rotação da amostra em 180°, câmera de 2k, filtro de alumínio de 0,5mm, resolução de 2,3 microns-metro, rotação de suporte em 0,7° com tempo de exposição de 20 minutos por amostra e fonte de raios-x com 50kv de tensão e corrente de 800 micro-amper.

Seu funcionamento é relativamente simples bastando colocar a amostra num porta amostra, travar, fechar a porta, acertar a altura da amostra e descrever os detalhes para obtenção das imagens no software que controla o equipamento, na Figura 37 é demonstrado o compartimento do microtomógrafo onde se coloca a amostra a ser estudada sendo que o número 1 identifica a porta da câmera quando o equipamento está em funcionamento, o número 2 a fonte do raios-x com um filtro para reter parte da potência da fonte melhorando a qualidade da imagem pois materiais de baixa densidade ou mais porosos podem ter sua imagem danificada ou mesmo não obter imagem pois o feixe de raios-x atravessa diretamente a amostra, número 3 onde se acopla o porta amostra e sendo também o dispositivo que gira a amostra nos passos ou ângulos programados e número 4 é o porta amostra, a massa que prende a amostra ou comporta esta se trava impedindo sua abertura sem desligar a fonte e em func a peça a ser analisada e a própria peça em si, um quadrado de 1,2x1,2cm com chanfro e ao fechar a ionamento uma luz vermelha fica piscando indicando que o equipamento está em funcionamento. A Figura 38 enfatiza a aparência total do equipamento com a porta aberta e a Figura 39 a aparência do equipamento em funcionamento.

Figura 37. Representação do compartimento do microtomografo



(Fonte, autor)

Figura 38. Aparência total do equipamento



(Fonte, autor)

Figura 39. Aparência do equipamento em funcionamento



(Fonte, autor)

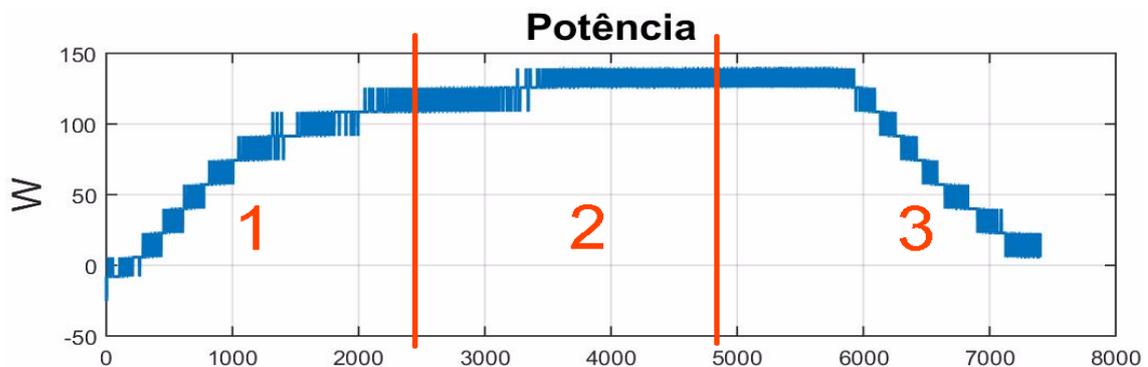
4.8. FRESAMENTO DE TOPO

Para efeito comparativo de qualidade do material desenvolvido em laboratório foi feito ensaio de fresamento de topo em um centro de usinagem fabricante DMG, modelo DMU 50eco para cada traço de material onde foi possível medir a potência consumida no fresamento de topo e depois a Rugosidade total (R_t) e rugosidade média (R_a) e compara-los entre si e com o material comercial. Para este ensaio foi feito 2 corpos de prova com medidas de 50x50mm para cada traço de material sendo a velocidade de corte (V_c) 350 metros por minuto (m/min) e rotação de 7000 rotações por minuto (RPM), velocidade de avanço (V_f) de 2000 milímetros por minuto (mm/min) ou 2 metros por minuto (m/min), profundidade de corte de 5mm e fresa de topo de metal duro fabricante CMT, $S=16\text{mm}$, $D=16 \times 55 \times 110$, 3 dentes de corte em hélice código 195.161.11, com a potência consumida na usinagem medida em watts (W) e a Rugosidade em micrometro (μm) utilizando o Rugosímetro fabricado pela MAHR DMBH-GOTTINGEN, modelo MarSurf RD18.

O software utilizado foi o LABVIEW versão 7.1 para se trabalhar os dados adquiridos pelo Sensor de Potência para motor elétrico LEM AT 50 B10 que faz a captação da corrente para medir a potência que é ligado ao módulo de canais fabricante National Instruments, modelo BNC-2120 sendo em seguida os dados

brutos tratados pelo software MATLAB R2015b onde foi possível transformar dados brutos em dados editáveis no excel e minitab. Quando o dados são tratados no MATLAB é pego para cada ensaio o gráfico de potência onde este é dividido em 3 partes pois a aquisição de potência é feita a uma taxa de 400 pontos por segundo e através da rotina criada em MATLAB estes são processados a fim de melhorar as médias e máximas obtidas na transformação dos dados de gráfico para tabelas, sendo que no entanto a mínima pode ser chamada de zero pois ela representa a potência consumida pelo motor antes da usinagem sendo a potência calculada a partir do início do trabalho da usinagem. A Figura 40 representa um gráfico de potência e como ele é dividido achando assim 3 potências máximas e a potência média:

Figura 40. Gráfico de potência



(Fonte, autor)

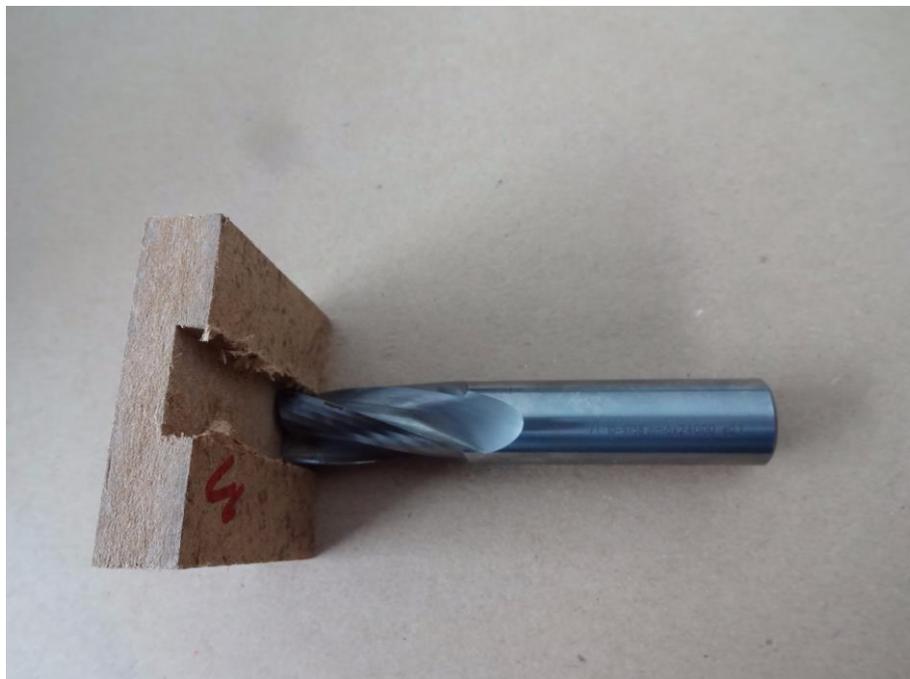
Para se medir a Rugosidade é utilizado o Cut-off 8 (mm) conforme a norma ABNT NBR ISO 4288 (2008), que é rugosidade média (Ra) para valores maiores que 10 (μm). Entre os parâmetros de amplitude o Ra é amplamente utilizado pela indústria como parâmetro de controle de processo sendo que uma alteração no seu valor representa alteração no processo e sendo disponível nos instrumentos mais simples e se um pico ou vale aparecer na superfície o valor da média não sofre grandes alterações, porem se o processo de fabricação tiver um número elevado de picos e vales o parâmetro acaba não sendo adequado levando a distorções provocada pelo filtro o que acarreta a elevar o erro a altos níveis assim em caso onde seja necessário ou mesmo desejável o parâmetro de rugosidade Total Rt deve ser empregado pois são valores que são influenciados diretamente por qualquer defeito ou irregularidade da superfície avaliada, mas á de se mencionar que o parâmetro Rt tem poder de ampliar os valores dos picos ou vales isolados o que evidencia marcas ou defeitos em superfícies bem acabadas como espelhos e lentes, Machado et al (2011). A Figura 41 demonstra o centro de usinagem utilizado para fazer o ensaio e a Figura 42 a fresa utilizada no processo e o corpo de prova da maneira como foi usinado:

Figura 41. Centro de usinagem



(Fonte, autor)

Figura 42. Fresa e corpo de prova



(Fonte, autor)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é discutido e apresentado todos os resultados dos ensaios dos painéis desenvolvidos nesta pesquisa comparando desde os dois tipos de fibras, eucalipto e coco, os ensaios físicos/mecânicos feitos com referência a norma ABNT NBR 15316-2 (2015), a análise estatística dos ensaios, ensaio de densitometria por raio-x, microtomografia por raio-x e usinagem, salientando que alguns resultados estão descritos em MPa ou N/mm² porem ambos são equivalentes.

5.1. RESULTADO DA COMPARAÇÃO DAS FIBRAS DE MADEIRA DE EUCALIPTO E FIBRAS DE COCO

Para comparação das fibras de eucalipto e de coco ambas foram colocadas em microscópio ótico sendo feito imagens com medidas em micrometro de cada uma das fibras evidenciando algumas de suas características.

A fibra de eucalipto se mostrou ligeiramente menor e mais fina que a fibra de coco tendo uma característica mais padronizada devido ter sido desfibrada em equipamento industrial desenvolvido especificamente para esta finalidade, sendo que a Figura 43 demonstra um pouco do seu aspecto e algumas medidas de comprimento e largura, nesta figura é exibida apenas as fibras de eucalipto:

Figura 43. Fibras de eucalipto



(Fonte, autor)

Já a fibra de coco como mencionado anteriormente é muito maior que a fibra de eucalipto sendo também picado em picador mecânico não tendo um padrão de tamanho tão afinado e sendo este processo também muito mais barato e simples do que o desfibramento. Na Figura 44 pode-se observar a fibra de coco e se comparado com a figura anterior que demonstra apenas as fibras de eucalipto e se nota algumas medidas de seu comprimento e largura:

Figura 44. Fibras de coco



(Fonte, autor)

Para facilitar a visualização das duas fibras uma imagem com câmera digital em modo macro foi feita dando foco nos detalhes e evidenciando a comparação das duas fibras lado a lado ficando bem claro a diferença entre os tamanhos e padronização na obtenção das duas fibras. Também fica bem visível que a fibra de coco além de não ter uma padronização tão boa como a fibra de eucalipto tem pedaços que não se assemelham a fibras e sim a pequenos pedaços quadrados ou retangulares o que não é bem vindo porém inevitável. Estes pedaços ficaram retidos no peneiramento e fazem parte do material quando foi picado no picador mecânico e são pedaços da parte mais grosseira da fibra de coco bruta. A Figura 45 demonstra as duas fibras sendo a fibra de coco na esquerda e a fibra de madeira de eucalipto na direita.

Figura 45. Fibras de eucalipto e fibra de coco lado a lado



(Fonte, autor)

5.2. RESULTADO DO PENEIRAMENTO PERFIL GRANULOMÉTRICO

Com o ensaio de perfil granulométrico realizado é possível observar que as fibras de eucalipto são mais difíceis de serem peneiradas por formarem grumos principalmente onde as fibras são mais longas caso da malha de 9 mesh. Porém por não ter uma quantidade elevada de fibras doadas como já descrito a sua totalidade foi totalmente utilizada e também é assim que é feito na indústria ficando mais próximo da realidade. Já a fibra de coco ela contém mais finas partículas menores que 60 mesh e menos partículas maiores que 9 mesh sendo que a parte utilizada ficou compreendida entre as maiores que 60 e menores que 9 mesh perfazendo um total de cerca de 80% do material processado. As Figuras 46 e 47 e a Tabela 4 apresentam um panorama dos resultados dos testes do perfil granulométrico.

Figura 46. Distribuição granulométrica das fibras de eucalipto



(Fonte, autor)

Figura 47. Distribuição granulométrica das fibras de Coco



(Fonte, autor)

Tabela 4. Resultado teste granulométrico

Resultado Peneiras vibratórias										
Amostra Fibra	9		20		35		60		<60	
Eucalipto	Mesh		Mesh		Mesh		Mesh		Mesh	
Amostra 1 - 15 Gramas (g)	0,19	g	4,81	g	5,59	g	2,43	g	1,98	g
Porcentagem 100%	1,27	%	32,07	%	37,27	%	16,20	%	13,20	%
Amostra 2 - 15 Gramas (g)	0,34	g	4,39	g	6,17	g	1,59	g	2,51	g
Porcentagem 100%	2,27	%	29,27	%	41,13	%	10,60	%	16,73	%
Amostra 3 - 15 Gramas (g)	0,25	g	3,99	g	6,05	g	2,68	g	2,03	g
Porcentagem 100%	1,67	%	26,60	%	40,33	%	17,87	%	13,53	%
Médias	1,73	%	29,31	%	39,58	%	14,89	%	14,49	%
Amostra Fibra	9		20		35		60		<60	
Coco	Mesh		Mesh		Mesh		Mesh		Mesh	
Amostra 1 - 30 Gramas (g)	0,39	g	8,14	g	9,19	g	6,41	g	5,87	g
Porcentagem 100%	1,30	%	27,13	%	30,63	%	21,37	%	19,57	%
Amostra 2 - 30 Gramas (g)	0,47	g	8,47	g	8,28	g	6,55	g	6,23	g
Porcentagem 100%	1,57	%	28,23	%	27,60	%	21,83	%	20,77	%
Amostra 3 - 30 Gramas (g)	0,68	g	7,91	g	8,63	g	7,25	g	5,53	g
Porcentagem 100%	2,27	%	26,37	%	28,77	%	24,17	%	18,43	%
Médias	1,71	%	27,24	%	29,00	%	22,46	%	19,59	%

(Fonte, autor)

5.3. DENSIDADE APARENTE DAS FIBRAS

Para o ensaio de densidade aparente das fibras como já era esperado as fibras de coco obtiveram uma densidade maior que as fibras de eucalipto sendo que estas com o volume equivalente em 200cm³ teve uma massa de 34,49 gramas (g) e as fibras de eucalipto para o mesmo volume foi de 12,92 gramas (g) ou seja aproximadamente 2,67 vezes mais pesada. Aplicando a formula de densidade aparente e transformando para Kg/m³ se obteve o seguinte resultado:

- Densidade aparente das fibras de Eucalipto – 64,60 kg/m³;
- Densidade aparente das fibras de Coco – 172,45 kg/m³.

Sabendo que a fibra de coco tem uma densidade maior que a fibra de eucalipto o painel que tiver uma quantidade maior de fibras de coco acaba por ter um volume menor para uma mesma massa calculada que um painel com 100% de fibras de eucalipto e isto ao se espalhar as fibras ocupa uma área bem menor porem a massa ainda é equivalente para se aplicar a resina podendo-se dizer que:

- Quanto mais fibras de coco, menor o volume de material que recebera a mesma quantidade de resina;
- Sendo este volume menor, têm-se uma quantidade de fibras menor para misturar com uma proporção de resina que é igual para todos os traços de painéis, podendo isso influenciar tanto os resultados físicos como os resultados mecânicos.

Nas Figuras 48 e 49 a seguir são demonstrados os valores aferidos de massa para a fibra de eucalipto e para a fibra de coco

Figura 48. Massa de fibras de eucalipto



(Fonte, autor)

Figura 49. Massa de fibras de Coco



(Fonte, autor)

5.4. ENSAIO DE DENSIDADE

Para facilitar a leitura e interpretação como já descrito anteriormente foi dado um nome para cada painel desenvolvido em laboratório e para o painel comprado em comercio sendo eles:

- Traço T1 – (E) 100% - Cem por cento fibras de Eucalipto;
- Traço T2 – (E) 80% + (C) 20% Coco – Oitenta por cento fibras de Eucalipto mais vinte por cento fibras de Coco;
- Traço T3 – (E) 60% + (C) 40% Coco – Sessenta por cento fibras de Eucalipto mais Quarenta por cento fibras de Coco;
- Traço T3 – (E) 40% + (C) 60% Coco – Quarenta por cento fibras de Eucalipto mais Sessenta por cento fibras de Coco;
- Traço T5 – Comercial.

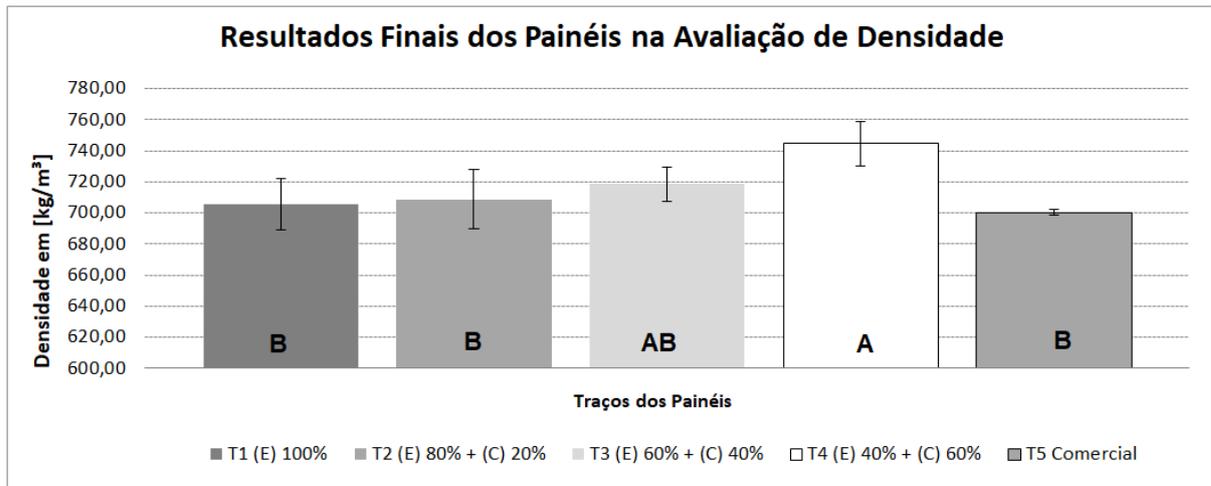
No ensaio de densidade foi constatada que todos os traços desenvolvidos ficaram dentro do padrão estipulado em projeto que era de 700kg/m^3 tendo um pouco variações e também todos se enquadraram na norma NBR 15316-2 (2015), sendo seu intervalo entre os 651 a 800 kg/m^3 . O traço T1 foi o que apresentou o melhor resultado sendo este com $705,83\text{ kg/m}^3$ ficando bem próximo do estipulado em projeto, já o traço T4 obteve um resultado com uma discrepância maior com $744,70\text{ kg/m}^3$, sendo este também o pior resultado e os demais traços obterão respectivamente T2 $708,69\text{ kg/m}^3$ e o traço T3 $718,58\text{ kg/m}^3$, já o traço comercial

obteve um valor quase exato com 700,48 kg/m³. A Figura 50 apresenta o gráfico das densidades obtidas nos painéis.

Ao se comparar este trabalho com o de outros pesquisadores a de se notar que acaba existindo diferenças nos ensaios. Bellini (2012) desenvolveu em laboratório 5 tratamentos diferentes e 10 painéis para cada tratamento variando a porcentagem de fibras de eucalipto de zero até cem por cento de bagaço de cana-de-açúcar sendo a resina ureia formaldeído na dosagem de 14% e encontrou em seus painéis uma densidade inferior a 700kg/m³ no traço fabricado com 100% partículas de cana-de-açúcar afetando suas propriedades mecânicas. Já na pesquisa desenvolvida por Eleotério (2000) onde ele fabricou painéis de fibras de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea var hondurensis* sem controle de tipos de fibras tendo a densidade como variante do processo sendo de 600 até 800kg/m³ e teor de resina ureia formaldeído a 10% da massa de fibras nos traços fabricados foram encontradas densidades menores que a planejada ficando entre 577 até 750 kg/m³. Uma de suas justificativas para esta diferença foi devida ao painel na hora de ser comprimido acaba tendo suas fibras espalhadas aumentando a área o que automaticamente afeta a densidade planejada e ao fazer o alívio da compressão o painel voltou a inchar em alguns décimos o que também afeta a densidade. Tornando como exemplo esta pesquisa para resolver estes problemas relatados por Eleotério foi desenvolvido um quadro metálico como já descrito anteriormente assim não teve o problema de escorregamento do colchão de fibras e não se notou nenhuma anormalidade depois da descompressão do painel assim os traços obtiveram resultados próximos ao estipulado em projeto.

Marinho (2012), também fez desenvolvimento de painéis de MDF utilizando o bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* como principal matéria prima e resina ureia formaldeído (UF) com 10% sobre a massa de fibras e que nos quatro traços fabricados em laboratório tendo como variável o tempo de cozimento e a temperatura de cozimento do bambu como variáveis de projeto para produção das fibras apenas dois traços obtiveram resultados médios enquadrados dentro da norma sendo os valores de 763 e 783 kg/m³, sendo estes valores ligeiramente maiores que os encontrados nesta pesquisa. Na pesquisa elaborada por Eugênio (2016) desenvolveu painéis MDF com fibras de eucalipto e resina Poliacetato de Vinila (PVA), onde se fez variação da proporção da resina sendo esta de 100% (UF) ureia formaldeído (T1), 70% UF+30% PVA (T2), 50% UF + 50% PVA (T3) e 30% UF + 70% PVA ele comenta que todos os seus traços atingiram o que é exigido em norma, mas apenas os traços T1 e T2 (790,45 e 757,59kg/m³) ficaram com valores maiores estipuladas em projeto que foi de 750kg/m³ e os traços T3 e T4 ambos com 741,14 e 726,01kg/m³.

Figura 50. Resultados para Densidade média



(Fonte, autor)

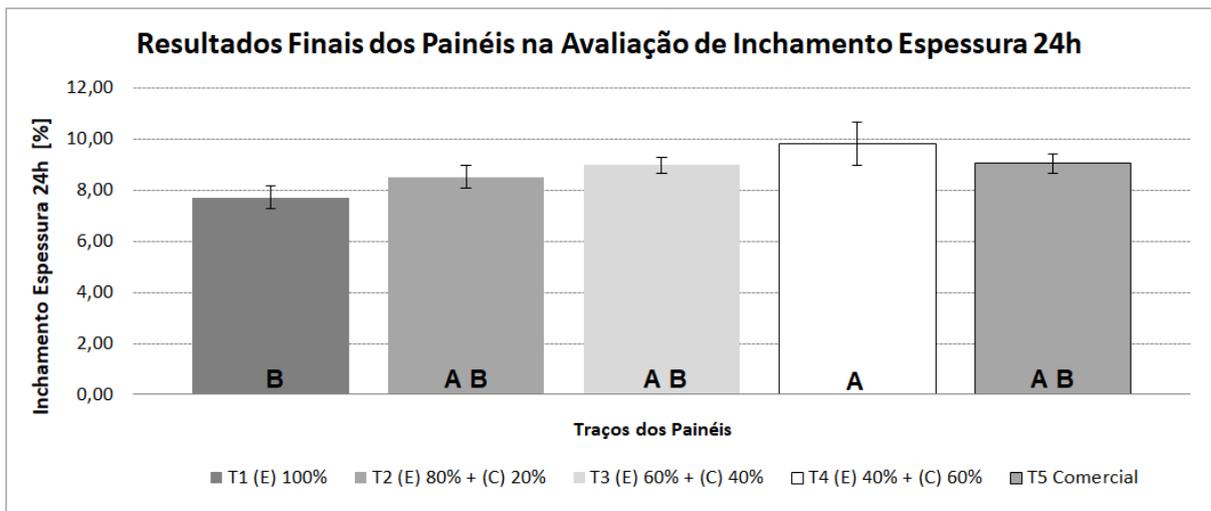
Para a avaliação de análise estatística os resultados demonstram que existem diferenças significativas entre os traços onde tem-se o valor-p 0,00733, valor de F- 4,001 e F crítico de 2,5787. Aplicando-se o teste de Tukey ficou constatado que a interação entre os dados foi T4 pertencente ao grupo A, T3 pretendente ao grupo A e também ao grupo B e os traços T1, T2 e T5 pertencentes ao grupo B.

5.5. ENSAIO DE INCHAMENTO EM ESPESSURA 24H

Para o ensaio de inchamento em espessura pelo período 24h a norma NBR 15316-2 (2015) estabelece que a porcentagem máxima é de 12% de aumento sobre a espessura inicial, assim todos os traços desenvolvidos tiveram um resultado inferior ao valor da norma, com o traço T4 tendo o pior resultado com 9,83% de inchamento seguido pelo traço T5 com 9,05%, tendo na sequencia os traços T3 com 8,97%, T2 com 8,52% e T1 com 7,72%, nota-se que ao acrescentar fibras de coco se aumenta o inchamento em espessura nos painéis desenvolvidos em laboratório e que excluindo o traço T4 todos os outros painéis tiveram um desempenho melhor que o traço T5, painel comercial. Bellini (2012) ao realizar este mesmo ensaio em seus painéis os resultados médios para os painéis com 0 até 100% de partículas de cana-de-açúcar obteve diferenças significativas sendo que o painel com 25% de partículas de cana-de-açúcar teve um resultado de 13,4%, ligeiramente acima do recomendado pela norma e seu melhor resultado foi o painel com 50% fibras eucalipto e 50% partículas de cana-de-açúcar com 8,6%, resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa. Eugênio (2016) descreve que em seu trabalho apenas o traço T1 atendeu ao requisito mínimo da norma com 6,57% de inchamento ficando os demais traços com 22,07 (T2), 31,99 (T3) e 37,42 (T4).

Neste ensaio Eleotério (2000), apresenta os valores médios de seus painéis e que eles variam de 7,95% de inchamento para uma densidade de 750 kg/m³ que foi seu melhor resultado até 18,83% para a densidade de 635,2 kg/m³. Na avaliação de inchamento 24h realizado por Marinho (2012), este informa que apenas um traço, o T4 ficou dentro do mínimo aceitável da já relatada norma e que seus valores médios encontrados estão entre 11,38% a 21,74% e fazendo uma comparação com este trabalho seus resultados ficaram com valores bem. A Figura 51 mostra o comportamento de cada traço de material.

Figura 51. Resultados inchamento espessura 24h



(Fonte, autor)

Estatisticamente os valores de $p=0,001075$, $F=5,5055$ e $F\text{-crítico } 2,5787$ indicam que neste ensaio também existem diferenças significativas entre os traços de painéis desenvolvidos, sendo assim o teste de Tukey foi aplicado e as diferenças encontradas foram: T4 pertence ao grupo A T2, T3 e T5 pertencem ao grupo A e ao grupo B, o traço T1 apenas ao grupo B.

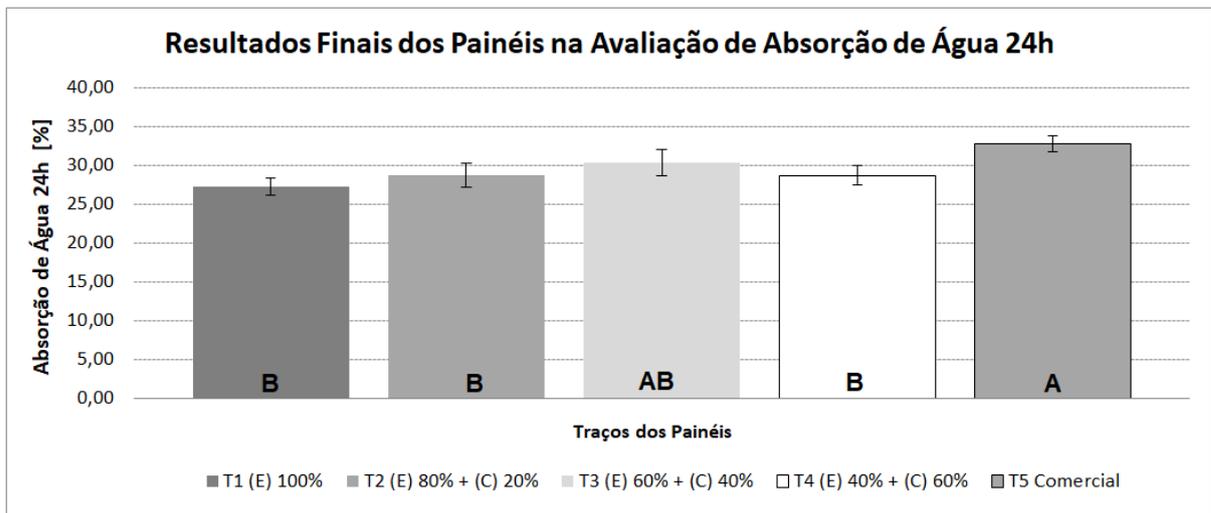
5.6. ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H

Neste ensaio, absorção de água de 24h, a norma ABNT NBR 15316-2 (2015) não faz nenhuma menção sobre valores. Comparando os traços desenvolvidos todos os traços tiveram resultados melhores que o traço T5 comercial (32,80%) sendo que o traço T1 obteve o melhor resultado com 27,22%, o traço T3 30,36% e os traços T2 e T4 ficaram com resultados bem próximos 28,73% e 28,68%, nota-se que este ensaio tem um comportamento semelhante ao ensaio de inchamento em espessura sendo que os traços tiveram o mesmo comportamento pois ambos são feitos juntos, o de absorção de água se mede a massa e o

inchamento a diferença de espessura do mesmo corpo de prova antes e depois da imersão por 24h em água. Já os valores médios para este mesmo ensaio feitos por Eleotério (2000) ficaram entre 19,98% para densidade de 750 kg/m³ um resultado muito melhor do que encontrado nesta pesquisa e 39,46% para densidade de 635,2 kg/m³ com comportamento também semelhante ao inchamento em espessura 24h feito pelo mesmo pesquisador, já Marinho (2012) obteve a melhor média com o traço T1 alcançando 28% de absorção e seu pior valor médio foi obtido com o traço T4 com 14,91% de absorção de água 24h.

No trabalho do pesquisador Bellini (2012) os resultados também foram semelhantes e se mostrou uma relação entre o ensaio de absorção de água 24h e inchamento em espessura 24h, pois o seu pior resultado também foi com o traço 25% partículas de bagaço de cana-de-açúcar com valor médio de 64% de absorção porém o melhor desempenho foi o traço T1 100% fibras de eucalipto com 49,4% tendo seguido junto com o traço 50%+50% com 49,7%, sendo este o melhor traço no ensaio anterior, todos bem maiores do que o pior resultado desta pesquisa. Fazendo uma análise do trabalho de Eugênio (2016) o mesmo fato aconteceu sendo os mesmo traços que tiveram os valores maiores e menores na absorção de água, tendo o traço T1 apresentado 28,51% e o traço T4 133,33%, um valor muito mais elevado do que o pior resultado deste trabalho. Na Figura 52 nota-se os valores do ensaio de absorção de água.

Figura 52. Resultados absorção de água 24h



(Fonte, autor)

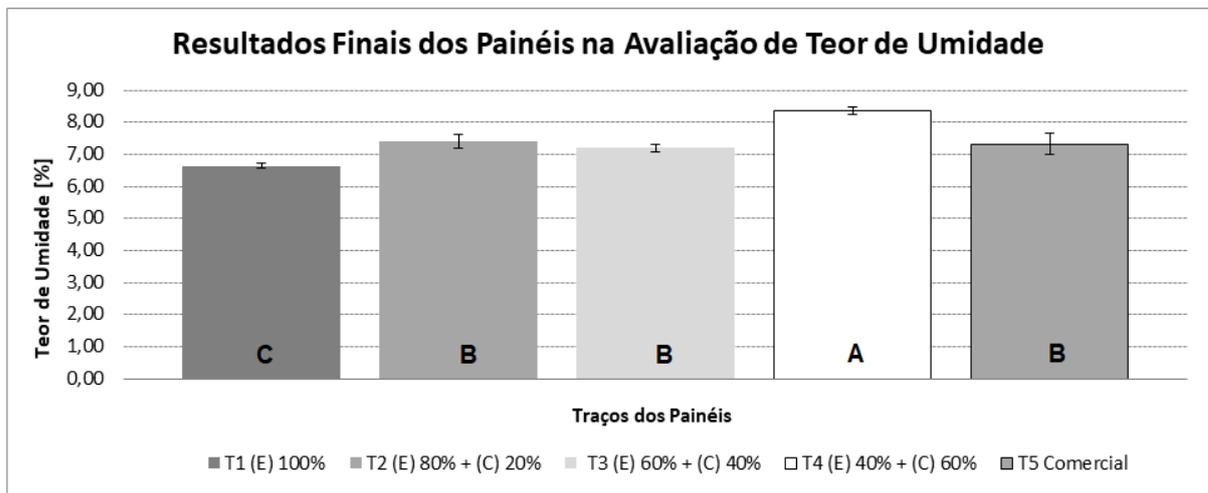
Analisando-se este ensaio estatisticamente foi verificado os valores de p-0,00034, F-6,4568 e F crítico-2,5787 sendo que o valor de p está muito abaixo de 0,05 demonstrando que existe diferenças significativas. Aplicando-se o teste de Tukey ficou comprovado que estas diferenças eram reais sendo o traço T5 pertencendo ao grupo A, o traço T3 pertencente ao grupo a e ao grupo B e os traços T1, T2 e T4 pertencentes ao grupo B.

5.7. ENSAIO DE TEOR DE UMIDADE

Depois de realizar o ensaio de teor de umidade, os resultados foram dispostos em tabela onde se provaram não ser estáveis com valores semelhantes para todos ou com tendências indo de um menor para um resultado maior ficando assim com valores aleatórios entre todos os traços fabricados. No traço T1 o valor médio obtido foi de 6,64%, os traços T2, T3 e T5 tiveram resultados com uma melhor semelhança, respectivamente 7,40% 7,20% e 7,32% e o traço T4 obteve um valor bem mais elevado com 8,35%. Para este ensaio a NBR 15316-2 (2015) prescreve que o valor mínimo do teor de umidade deve ser de 4% e o valor máximo de 11% assim todos os traços se enquadraram dentro da referida norma.

Eugênio (2016) depois de realizar seus ensaios relatou que todos os seus traços se enquadraram em norma e que ao acrescentar resina PVA reduziu o teor de resina ficando seus traços com valores de máxima no traço T1, 8,12% e o traço T4 com 7,35% e Bellini (2012), obteve resultados com médias entre 6,7 e 7,6% de umidade, portanto bem parecidos com os valores desta pesquisa assim como os resultados de Eugênio (2016), enquanto Marinho (2012) em sua pesquisa encontrou valores entre 3,38 e 4,33% de umidade nos painéis, valores pequenos, pois o seu valor máximo foi inferior ao mínimo encontrado nesta pesquisa, por serem tão baixos alguns de seus valores não se enquadraram em norma. Na Figura 53 é mostrado o comportamento dos Traços no ensaio de teor de umidade.

Figura 53. Resultados teor de umidade



(Fonte, autor)

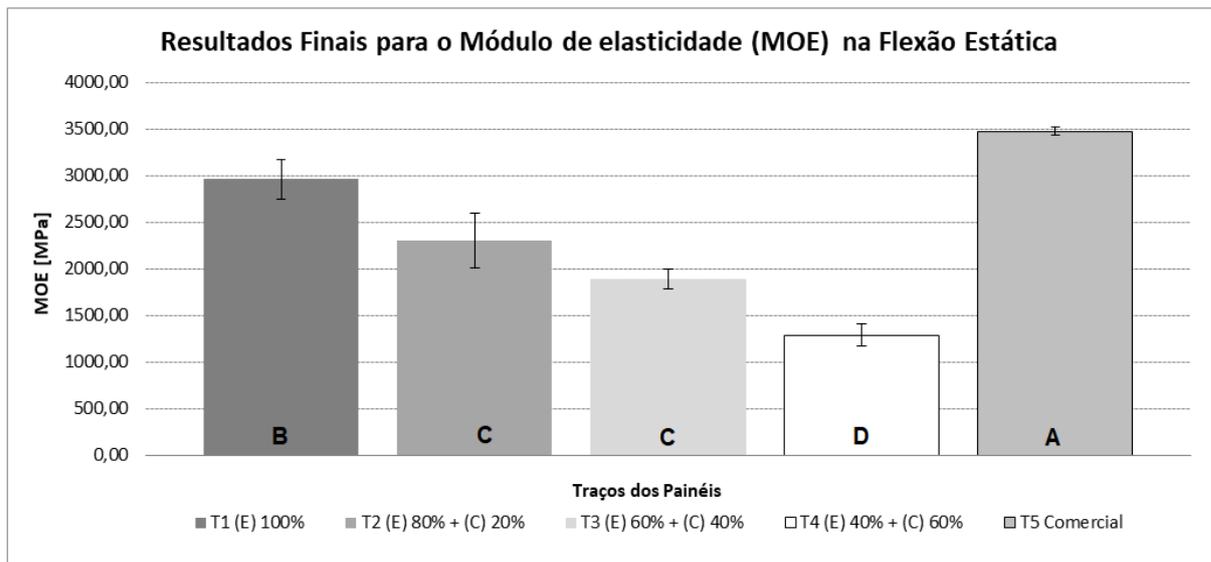
Realizada a análise estatística observou-se que existem diferenças significativas entre os traços desenvolvidos em laboratório sendo o valor de $p=0,000000$ $F=25,2736$ e F crítico – 2,5787. No teste de Tukey ficou claro que existem três grupos distintos sendo o traço T1 pertencente ao grupo C, T2, T3 e T5 ao grupo B e o traço T4 ao grupo A.

5.8. ENSAIO RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MÓDULO DE ELASTICIDADE E MÓDULO DE RUPTURA)

Ao se estudar os resultados do ensaio de módulo de elasticidade foram constatados que ao se aumentar a quantidade de fibras de coco o painel teve um comportamento negativo piorando os resultados para este ensaio tendo o traço T1 obtido valor de 2958 Mpa, sendo o melhor traço desenvolvido em laboratório e ligeiramente abaixo do traço comercial com 3472,91 Mpa que teve o melhor valor encontrado e os traços T2, T3 e T4 com os seguintes resultados, 2303,00 Mpa, 1890,00 Mpa e 1290,00 Mpa. A norma ABNT NBR 15316-2 (2015) descreve que para se enquadrar na referida norma o valor mínimo é de 2200 Mpa lembrando que 1Mpa é igual a 1 N/mm² e alguns trabalhos para comparativo estão em N/mm², sendo assim apenas os traços T1, T2 e T5 tiveram resultados mínimos satisfatórios para se enquadrar em norma.

Na pesquisa de Bellini (2012), ele verificou que o MOE para os painéis fabricados com 100% de partículas de bagaço de cana-de-açúcar não teve resultado suficientemente bom para se enquadrar em norma e que ao acrescentar partículas de bagaço de cana-de-açúcar o resultado foi piorando diminuindo a resistência do painel. Este trabalho teve um comportamento semelhante, pois ao se acrescentar fibras de coco ao painel também piorou o resultado. Marinho (2012) verificou que o traço com melhor MOE médio foi o traço T3 com 1297 N/mm² e o pior foi obtido com o traço T2 com 877 N/mm², todos bem abaixo dos valores deste trabalho, já no ensaio de Módulo de Elasticidade (MOE) de Eleotério (2000) os valores atingiram resultados maiores, pois o seu trabalho foi feito variando a densidade sendo o melhor resultado médio obtido pelo painel com densidade de 750 kg/m³ - 3260 N/mm², bem maior que o deste trabalho e seu pior resultado médio foi com o painel de densidade de 550 kg/m³ - 1990 N/mm² que também supero o pior resultado deste trabalho e ele relata que ao se alterar a densidade e o teor de resina refletem em uma atuação significativa destes dois itens sobre o módulo de elasticidade. Na Figura 54 nota-se os resultados entre os traços fabricados em laboratório.

Figura 54. Resultado do módulo de elasticidade



(Fonte, autor)

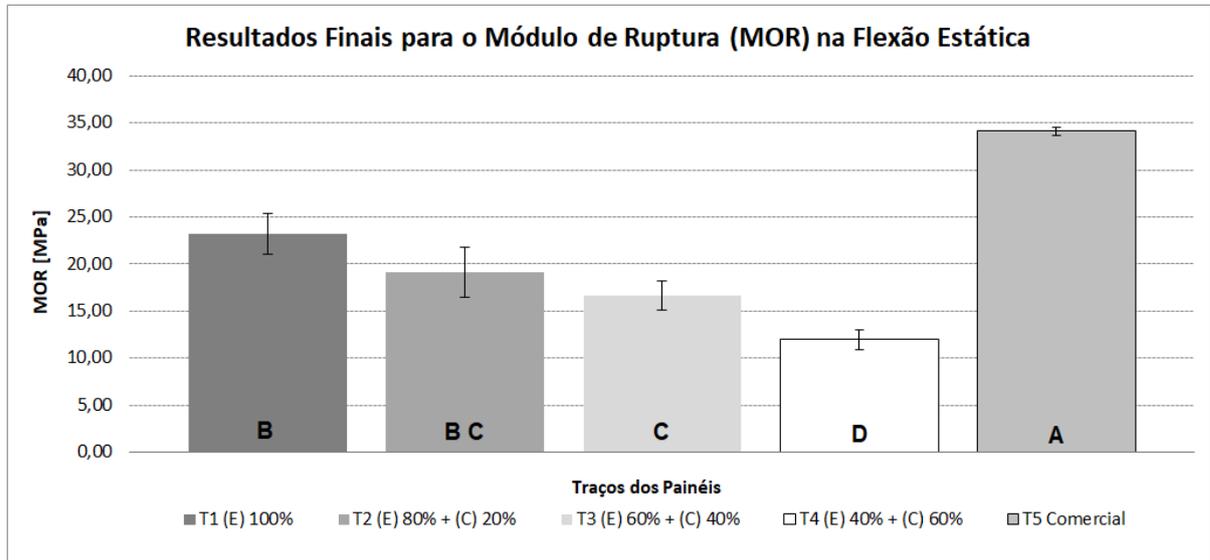
No ensaio de módulo de elasticidade após se realizar o teste de anova ficou evidente que existe diferença significativas entre os traços tendo a necessidade utilizar o teste de Tukey (valor $p=0,00000$ e valor $F=59,5707$, F crítico – $2,5787$). Ao se aplicar o Tukey foi encontrado 4 grupos distintos sendo o traço T5 pertencente ao grupo A, o traço T1 ficou com o grupo B, os traços T2 e T3 com o grupo C e por ultimo o traço T4 ficou no grupo D demonstrando que existe uma disparidade muito grande entre os grupos encontrados.

Para o ensaio de módulo de ruptura a norma ABNT NBR 15316-2 (2015) descreve que o resultado mínimo desejável é de 20 N/mm^2 e neste ensaio apenas os traços T1 e T5 conseguiram ter um resultado acima do valor mínimo sendo estes de $23,16 \text{ N/mm}^2$ e $34,09 \text{ N/mm}^2$ e o menor resultado foi o do traço T4, com $11,99 \text{ N/mm}^2$. No ensaio de Módulo de Ruptura (MOR) do pesquisador Eleotério (2000), o melhor resultado médio foi alcançado pelo painel de 750 kg/m^3 com $27,56 \text{ N/mm}^2$ e o pior resultado médio foi obtido no painel com densidade de 550 kg/m^3 sendo seu valor $16,94 \text{ N/mm}^2$, assim como acontece com o ensaio de módulo de elasticidade ele comenta também que que ao se alterar a densidade e o teor de resina refletem em uma atuação significativa destes dois itens sobre o módulo de ruptura.

Repetindo o que aconteceu no ensaio de módulo de elasticidade, Bellini (2012) identificou que os painéis com 100% de partículas de bagaço de cana-de-açúcar também não conseguiram se enquadraram na norma, com um resultado médio de $14,3 \text{ N/mm}^2$ e que novamente ao se acrescentar partículas de bagaço de cana-de-açúcar a resistência no módulo de ruptura do painel foi diminuindo. Assim como no ensaio de módulo de elasticidade o comportamento deste trabalho foi semelhante a do pesquisador Bellini (2012) que ao ir acrescentando fibras de coco o painel foi perdendo resistência piorando os seus valores médios, já Marinho (2012)

obteve seus melhores valores médios para MOR com o traço T4, 11,10 N/mm² e o pior resultado médio obtido com o traço T2, com 8,94 N/mm². Na Figura 55 é apresentada os valores obtidos neste ensaio.

Figura 55. Resultado do módulo de ruptura



(Fonte, autor)

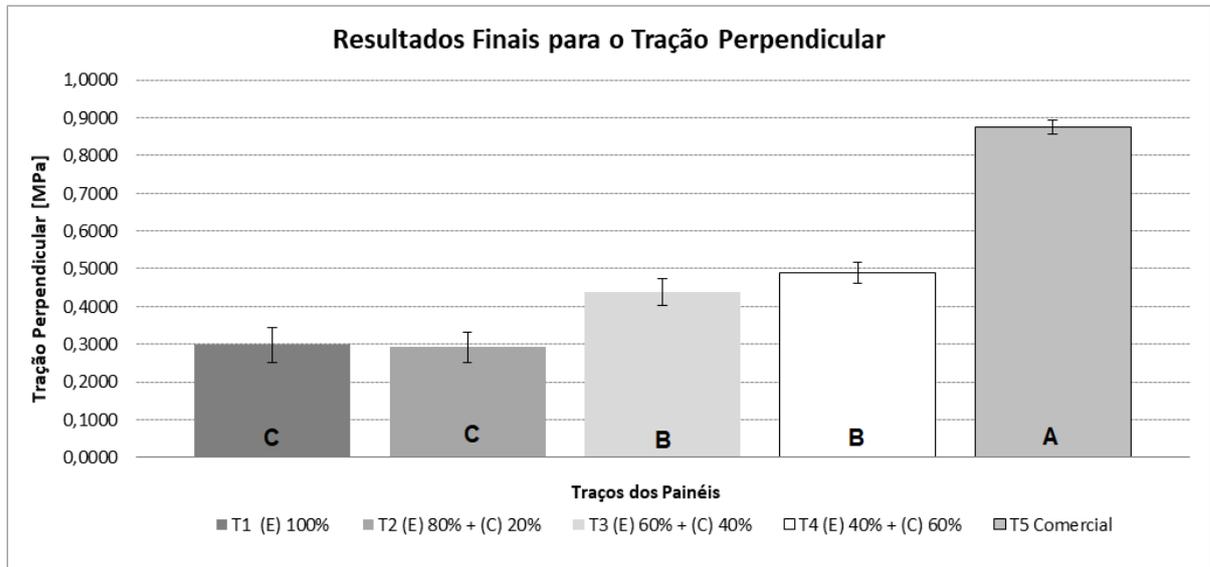
Neste ensaio os valores encontrados na análise de variância foram valor-p-0,0000, F-115,480 e F crítico-2,5787 com os resultados obtidos no teste de Tukey perfazendo um total de 4 grupos sendo eles o traço T5 pertencente ao grupo A, T1 ao grupo B, T2 pertencente a dois grupos B e C, T3 ao grupo C e T4 ao grupo D.

5.9. ENSAIO DE TRAÇÃO PERPENDICULAR

Em relação ao ensaio de tração perpendicular, Bellini (2012) obteve seu melhor resultado médio no traço com 50% partículas de bagaço de cana-de-açúcar e 50% fibras de eucalipto com 0,80 N/mm², observando que também teve grande variação dos resultados ao se acrescentar esta partícula. Eleotério (2000) mais uma vez teve o melhor resultado médio no painel com densidade de 750 kg/m³ com 0,39 N/mm² e o seu pior resultado foi com o traço de painel com 600 kg/m³ com 0,29 N/mm². Marinho (2012) também obteve valores baixos de para este ensaio, variando entre 0,10 a 0,26 N/mm². Para este ensaio os traços fabricados em laboratório obtiveram uma grande divergência e a contrário dos ensaios de MOR e MOE ao se acrescentar fibras de coco os resultados tiveram uma variação significativa, melhorando gradativamente no traço T3 e T4 porem os resultados obtidos não atingiram o mínimo exigido pela NBR 15316-2 (2015) que é de 0,55 N/mm². O traço T5 (comercial) foi o que apresentou melhor resultado, com média de, 0,875 N/mm². O traço T3 e T4 desenvolvidos em laboratório tiveram 0,4383 Mpa e 0,4879 MPa e

foram os melhores, quase atingindo o mínimo exigido em norma e os traços T1 e T2 obtiveram resultados semelhantes com 0,2981 MPA e 0,2913 Mpa longe de atingir o valor mínimo exigido em norma. Na Figura 56 é mostrada os valores obtidos neste ensaio.

Figura 56. Resultado tração perpendicular



(Fonte, autor)

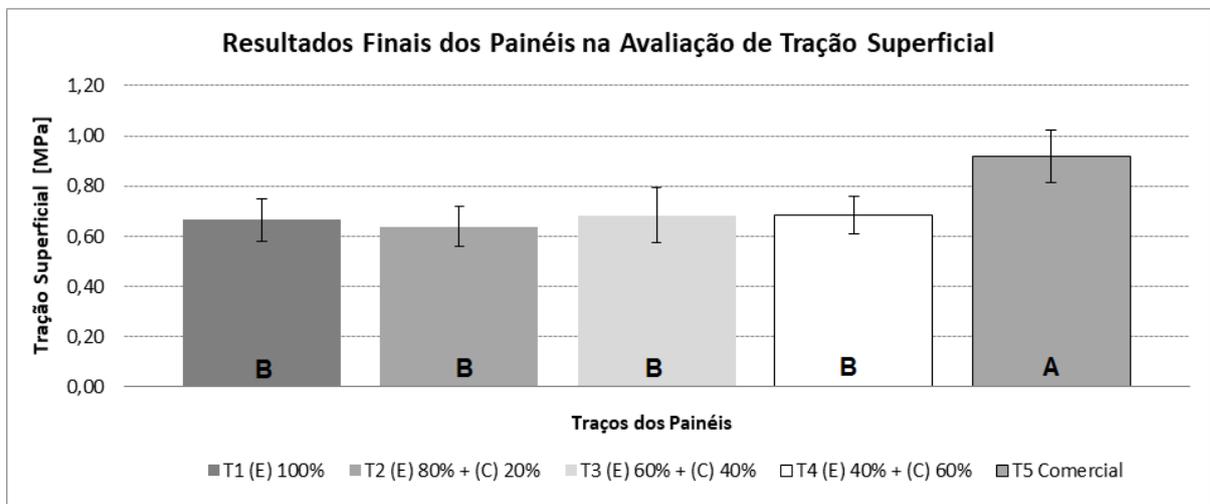
Na análise estatística, observou-se que existem diferenças significativas entre os traços de painéis produzidos (valor-p é 0,0000 e valor F-1778,99). O teste de Tukey apresentou grupos diferentes significativamente, sendo o T2, T3 e T4 equivalentes ou grupo C, T1 pertencem ao grupo A e o T5 pertencem ao grupo B e também são equivalentes estatisticamente. O modelo empregado é explicado por 99,23% dos dados.

5.10. ENSAIO DE TRAÇÃO SUPERFICIAL

Para este ensaio, Tração Superficial, a norma ABNT NBR 15316-2 (2015) não menciona sobre valores mínimos. Comparando os traços desenvolvidos todos os traços obtiveram resultados semelhantes sendo o traço T5 comercial obteve o melhor resultado com 0,92Mpa, com traço T3 e o traços T4 com resultados idênticos 0,68Mpa e bem próximos o T1 com 0,67Mpa e traço T2 com o pior resultado 0,64Mpa, nota-se que este ensaio tem um comportamento tecnicamente semelhante onde a inclusão da fibra de coco praticamente não altera significativamente a qualidade do painel. Era de se esperar que com a inclusão houve-se uma melhora da tração com o entrelaçamento das fibras junto as fibras de eucalipto.

No trabalho do pesquisador Eugenio (2016) seu melhor desempenho foi obtido com o traço T1 sendo este com 11,74kg/cm², sendo este traço composto por 100% de fibras de eucalipto e 100% resina ureia formaldeído e de uma forma geral os traços depois obtiveram valores semelhantes sendo o traço T3 composto por 100% fibras de eucalipto e uma mistura de resina composta de 50% ureia formaldeído e 50% resina PVA com 7,83kg/cm², seu pior resultado. Marinho (2012) verificou que o traço com melhor desempenho médio foi o traço T3 com 0,26 N/mm² e os piores foram obtidos com os traços T1 e T4 com 0,10 N/mm². Apesar de serem trabalhos com ideias e materiais diferentes os resultados em geral se assemelham aos valores deste trabalho. Na Figura 57 nota-se os valores do ensaio de tração superficial disposto em gráfico.

Figura 57. Resultado tração superficial



(Fonte, autor)

Realizada a análise estatística observou-se que existem diferença significativa, ficando evidente dois grupos, sendo que o traço T5, comercial, no teste de Tukey ele ficou isolado no grupo A e com todos os outros traços ficaram com valores próximos e todos pertencentes ao grupo B. Também foi calculado os valores respectivos para p-0,008514, F-3,8886 e F crítico – 2,5787.

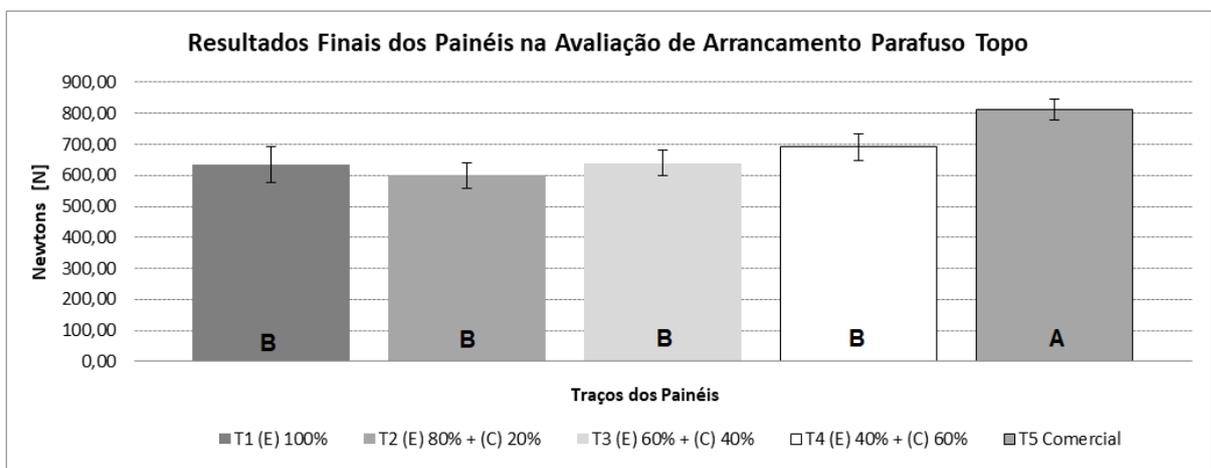
5.11. ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE PARAFUSO TOPO E FACE

Ao se realizar o ensaio de arrancamento de parafuso topo a norma NBR 15316-2 (2015) não estabelece valores como mínimo de referência O traço T5 por ser um produto comercial e com nível de produção já refinado obteve o melhor resultado com 810,66N, já os traços desenvolvidos em laboratório o melhor resultado foi obtido pelo traço T4 com 691,23N, a de se notar que não existiu uma

diferença tão grande neste ensaio entre os traços fabricados e que a inclusão da fibra de coco não acarretou tecnicamente uma melhora significativa com o traço T2 tendo o pior resultado com 600,55N e este é composto de 80% fibras de eucalipto e 20% fibras de coco.

O pesquisador Bellini (2012), verificou que o ensaio de arrancamento de parafuso topo para os traços T1 e T3 ficaram ambos com o melhor resultado, sendo este 152 kg/f e o traço T5, 91 kg/f e este foi seu pior resultado. A de se notar que seus resultados foram melhores do que deste autor, mesmo seu pior resultado ficou com valor melhor sendo este 91kg/f o que convertendo é igual a 892N o que é bem maior que os 810N da melhor média encontrados nesta pesquisa. A Figura 58 representa os resultados obtidos.

Figura 58. Resultado arrancamento parafuso Topo



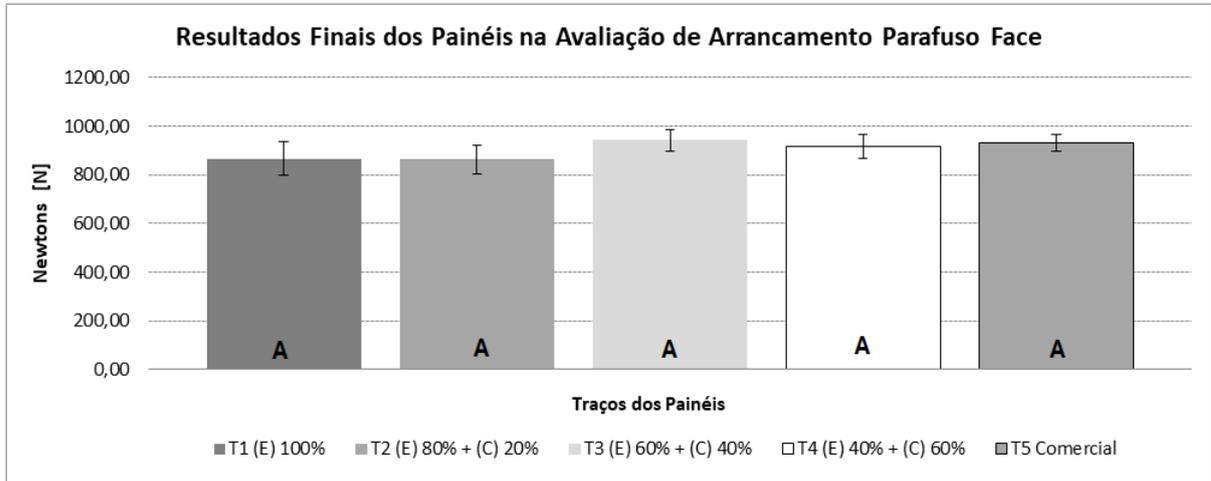
(Fonte, autor)

Na análise deste ensaio os valores encontrados para análise de variância foram valor-p-0,00003079, F-8,5874 e F crítico-2,5787 com os resultados calculados no teste de Tukey, foi encontrado 2 grupos sendo eles o traço T5 pertencente ao grupo A, T1 ao T4 pertencente a grupos B. Estes resultados também indicam que não há tanta influencia quando se acrescenta fibras de coco ao painel.

Ao se averiguar os resultados do ensaio de arrancamento de parafuso face, fica evidente através do gráfico representado pela Figura 59 que diferente do ensaio de arrancamento de parafuso topo todos os traços inclusive o comercial (T5) ficaram com valores semelhantes, sendo o traço T3 com 942,39N obtendo o melhor resultado e o pior com o traço T2 864,92N. Diante de uma diferença tão pequena mais uma vez ao se colocar fibras de coco misturadas com fibras de eucalipto não se obtém uma melhora significativa. No trabalho de Bellini (2012), o ensaio de arrancamento de parafuso face para o traço T1 obteve o melhor resultado, sendo este 152 kg/f, valor idêntico ao ensaio anterior e o traço T5, 79kg/f ,ou 774,73N o pior resultado, também como no ensaio anterior. Desta vez seu pior resultado ficou bem abaixo de todos os resultados encontrados nesta pesquisa sendo que o pior

valor foi encontrado foi no traço T2 com 864,92N, também é notado que este autor obteve um resultado mais estável com uma pequena diferença entre o melhor e pior resultado.

Figura 59. Resultado arrancamento parafuso face



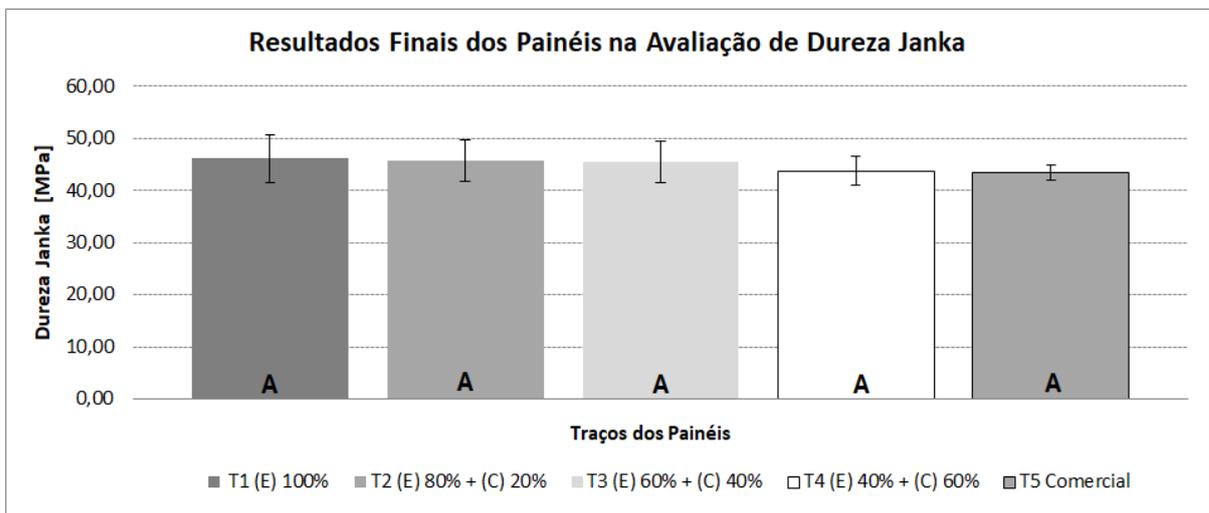
(Fonte, autor)

No ensaio de arrancamento de parafuso face após se realizar o teste de anova ficou evidente que não existe diferença significativas entre os traços, porem mesmo assim foi aplicado o teste de Tukey (valor $p=0,3354$, valor $F=1,1738$ e F crítico – $2,5836$). Ao se aplicar o Tukey foi encontrado apenas um único grupo onde todos os traços pertencendo ao grupo A.

5.12. ENSAIO DE DUREZA JANKA

Ao se realizar o ensaio de dureza janka, ensaio que avalia a dureza do material, ficou averiguado que o traço T1, desenvolvido em laboratório obteve o melhor resultado entre todos os traços sendo este de 46,15Mpa indo diminuindo lentamente conforme pode ser visualizado no gráfico representado pela Figura 60 até o pior resultado, obtido pelo traço T5, comercial, sendo o valor de 43,45Mpa. Neste ensaio ao se aplicar anova foi constatado que não existiu diferenças significativas sendo o valor de p de 0,8723, F- 0,3061 e F crítico de 2,5787. Apesar de o valor de p ser maior que 0,05 indicando que não existe diferença significativa o teste de tukey foi aplicado para se averiguar os grupos e neste teste ficou confirmado que existe apenas um grupo entre os traços, o grupo A.

Figura 60. Resultado dureza janka



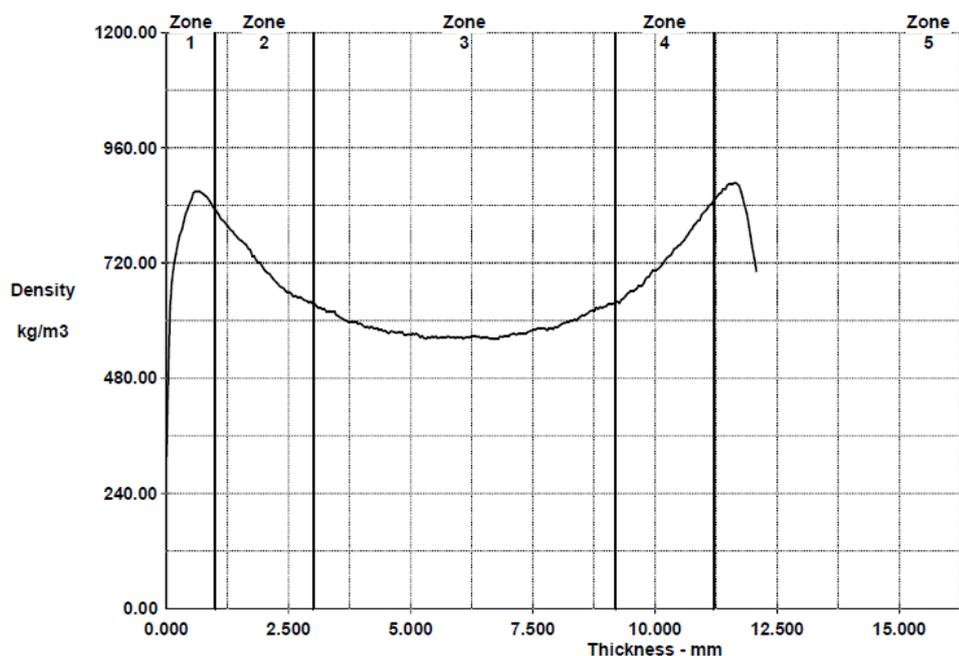
(Fonte, autor)

5.13. ENSAIO DE RAIOS-X

Neste ensaio foram averiguadas as condições dos perfis de densidade de todos os traços desenvolvidos em laboratório e o traço comercial. A norma ABNT NBR 15316-2 (2015) não faz nenhuma menção sobre este tipo de ensaio, mas segundo Eugênio (2016) os fabricantes de MDF utilizam este tipo de ensaio para ter uma maior confiabilidade ao produto no que se diz respeito às características e qualidade tecnológica no momento de sua produção. De fato este ensaio se revelou muito interessante para se notar como foi a conformação dos painéis determinando ponto a ponto sua densidade ao longo da espessura gerando gráficos divididos em partes com maiores e menores densidades sobre a sua espessura.

Para o traço T1, 100% fibras de eucalipto, o ensaio revelou que a prensagem do material foi rápida, de fato não teve nenhum ciclo de prensagem tendo os picos de densidades máximas com $879,73\text{kg/m}^3$ na zona 1 e 897kg/m^3 na zona 5 e mínima de $553,91\text{kg/m}^3$ na zona 3, sendo sua densidade média aferida de $666,71\text{kg/m}^3$. Ao se comparar com o ensaio de densidade físico o mesmo ficou com resultado um pouco superior sendo este de $705,83\text{kg/m}^3$, com diferença entre ensaios de $39,12\text{kg/m}^3$. É provável que os picos de densidade se deem por causa da influência do aquecimento das zonas 1 e 5 que ficam em contato com os pratos da prensa sendo que estas superfícies podem sofrer uma maior conformação que a região central ou zona 3 e também maior aquecimento e acúmulo de resina que evapora e se solidifica na mesma. Na Figura 61 é demonstrado o gráfico gerado pelo raio-x para o traço T1:

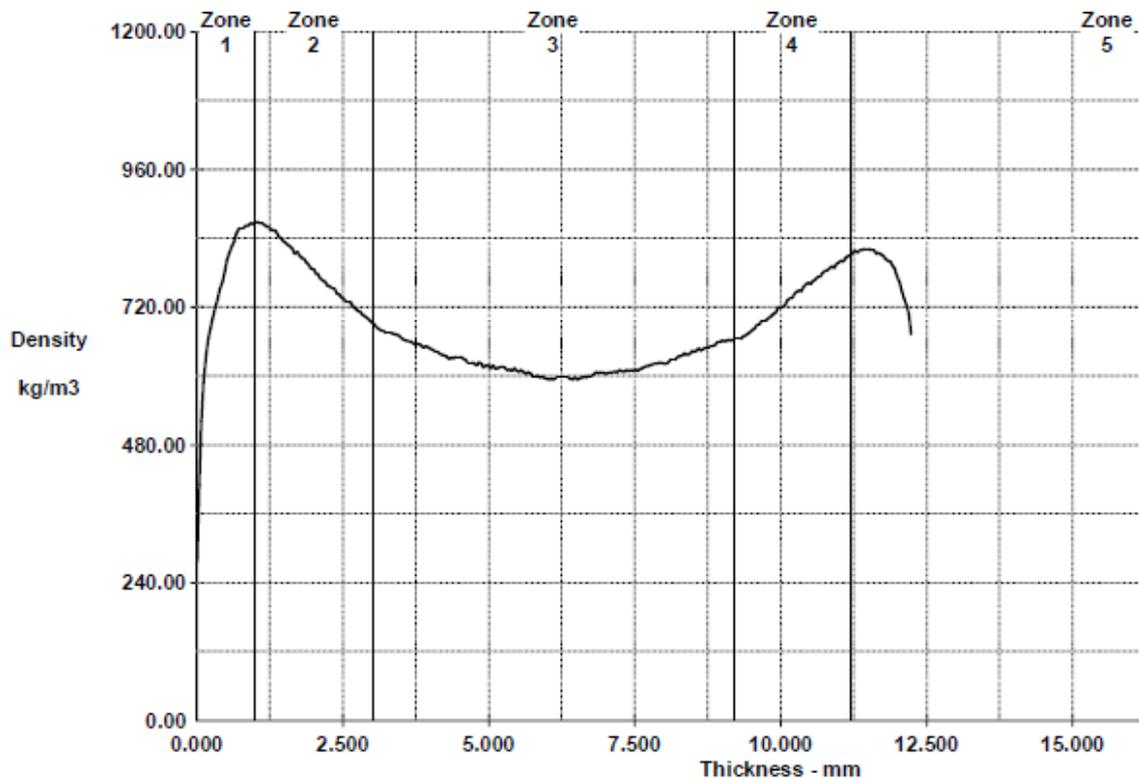
Figura 61. Gráfico de raio-x traço T1



(Fonte, autor)

Analisando o traço T2, 80% fibras de eucalipto + 20% fibras de coco os picos de densidades máximas foram de 871,40Kg/m³ entre a zona 1 e 2 e 828,35Kg/m³ na zona 5 e mínima de 587Kg/m³ na zona 3, e sua densidade média com 692,74Kg/m³, nota-se no pico entre a zona 4 e 5 um ligeiro arredondamento o que indica uma perda da densidade entre um lado e o outro do painel. Comparando-se com o ensaio de densidade físico o mesmo obteve um valor também superior sendo este de 708,69Kg/m³, uma diferença de 15,95Kg/m³ de um ensaio para outro. Na Figura 62 é demonstrado o gráfico gerado pelo raio-x para o traço T2:

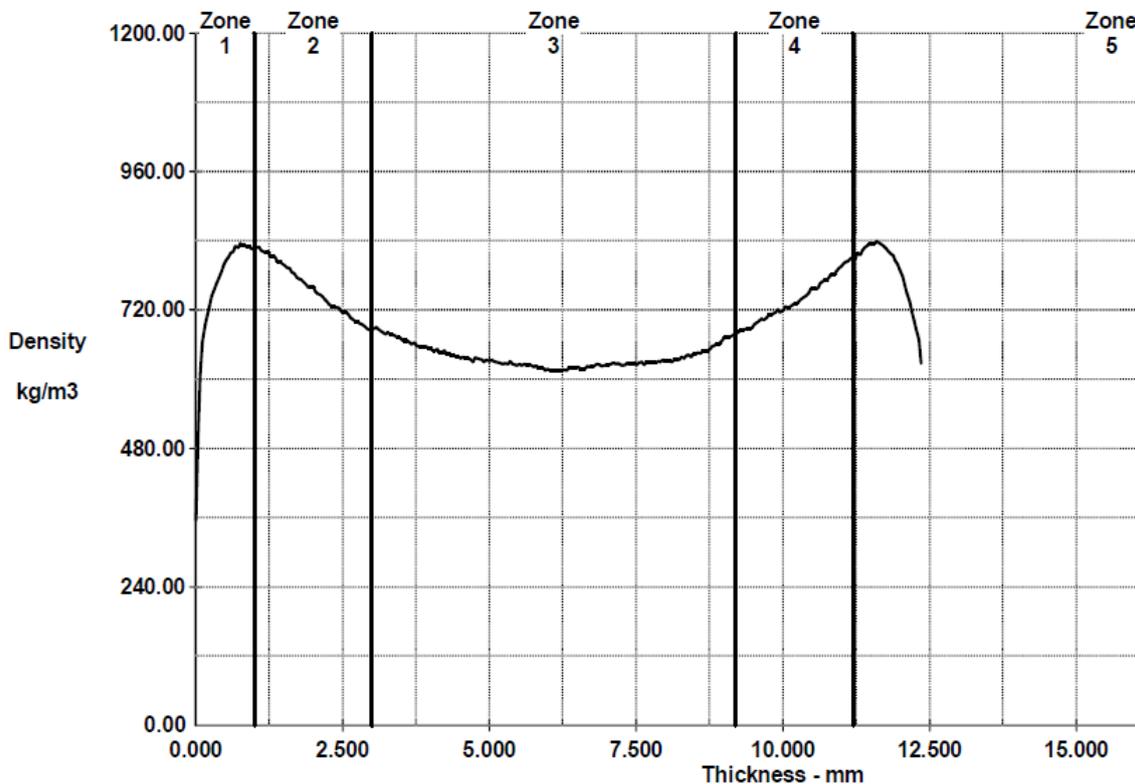
Figura 62. Gráfico de raio-x traço T2



(Fonte, autor)

O traço T3, 60% fibras de eucalipto + 40% fibras de coco ambos os picos de densidade máximas ficaram bem próximos sendo o pico da zona 1 com 844,16Kg/m³ e 841,55Kg/m³ na zona 5 e a densidade mínima de 604,20Kg/m³ na zona 3 ficando sua densidade média aferida com 696,30Kg/m³. Fazendo um comparativo entre os ensaios de densidade, o ensaio de densidade físico obteve um valor também superior sendo este de 718,58Kg/m³, uma diferença de 22,38Kg/m³. Na Figura 63 é demonstrado o gráfico gerado pelo raio-x para o traço T3:

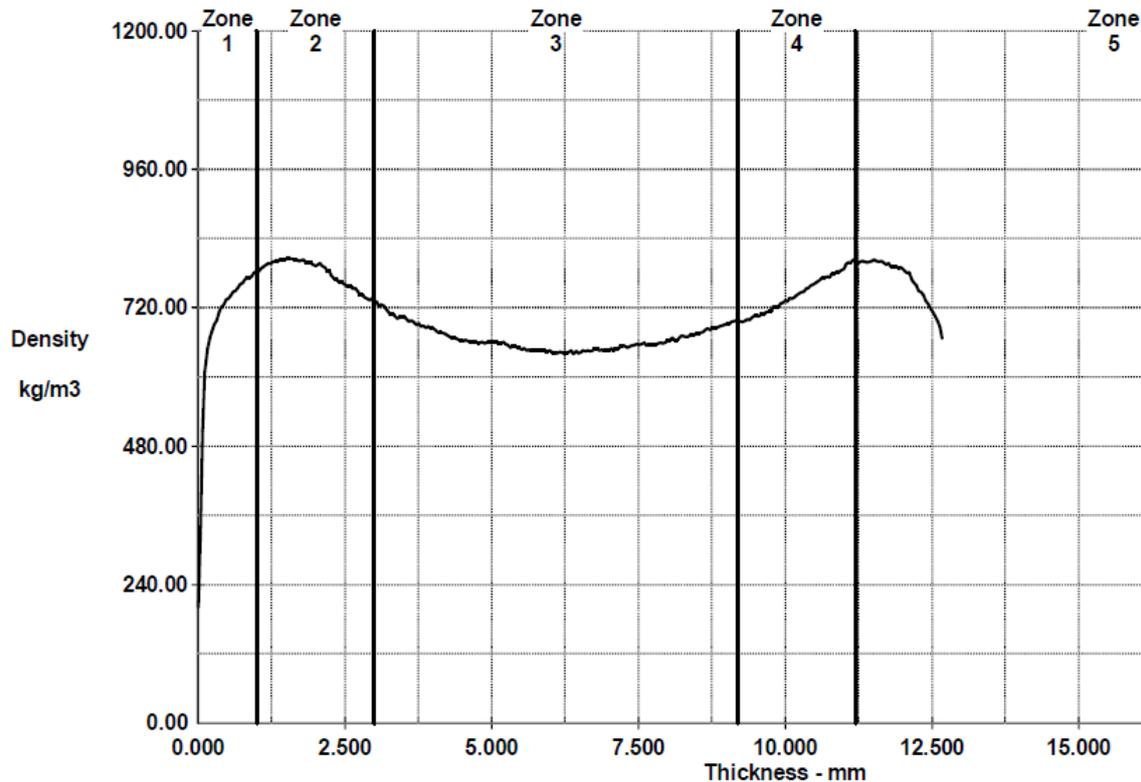
Figura 63. Gráfico de raio-x traço T3



(Fonte, autor)

Tendo sido feita a análise do traço T4, 40% fibras de eucalipto + 60% fibras de coco ambos os picos de densidade máximas também ficaram bem próximos sendo o pico da zona 2 com 821,68Kg/m³ e o pico de densidade da zona 5 com 815,74Kg/m³ e a densidade mínima de 634,22Kg/m³ na zona 3 ficando sua densidade média aferida com 708,15Kg/m³, nota-se que neste ensaio os picos máximos foram um pouco menores que nos ensaios anteriores assim como o mínimo ficou maior que os mínimos anteriores o que acabou gerando um equilíbrio maior no painel tendo sua densidade média com o valor mais alto encontrado nos painéis desenvolvidos em laboratório. Ao fazer um comparativo entre os ensaios de densidade, o ensaio de densidade físico novamente teve um valor superior sendo este de 744,70Kg/m³, com diferença entre os dois ensaios de 36,55Kg/m³. Na Figura 64 é demonstrado o gráfico gerado pelo raio-x para o traço T4:

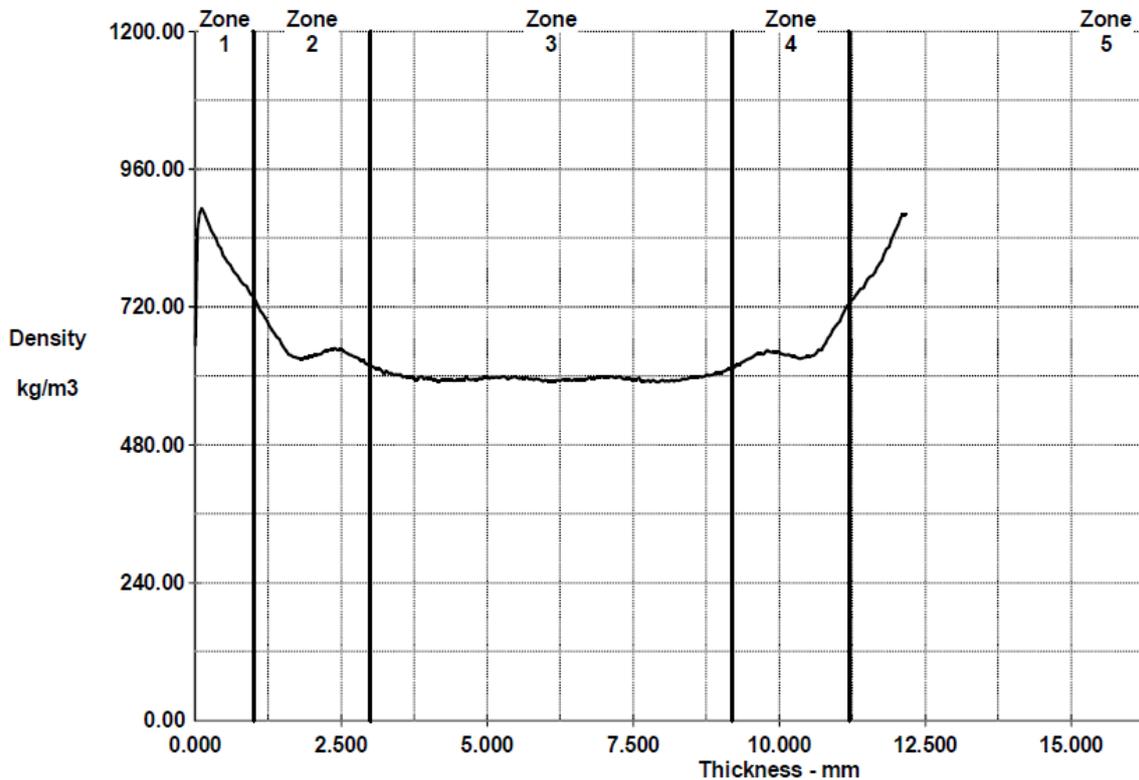
Figura 64. Gráfico de raio-x traço T4



(Fonte, autor)

Avaliando o traço T5, comercial, ambos os picos de densidade máximas ficaram bem próximos nos valores sendo o pico da zona 1 com $921,68\text{Kg/m}^3$ e o pico de densidade da zona 5 com $892,83\text{Kg/m}^3$ sendo a densidade mínima de $621,25\text{Kg/m}^3$ na zona 3 tendo sua densidade média com valor de $648,37\text{Kg/m}^3$. Diferente dos traços desenvolvidos em laboratório o traço comercial tem rapidamente um elevado aumento de densidade caindo e ficando estável durante todo período da fase 3 se elevando novamente para um pico elevado perto do fim da zona 5, demonstrando que a prensagem foi diferente da feita nesta pesquisa. Ao se comparar os ensaios de densidade por raio-x e densidade por ensaio físico também existe uma diferença sendo que a primeira teve um valor inferior ao ensaio de densidade físico ($700,48\text{Kg/m}^3$) com uma diferença entre os dois ensaios de $52,11\text{Kg/m}^3$. Na Figura 65 é demonstrado o gráfico gerado pelo raio-x para o traço T5:

Figura 65. Gráfico de raio-x traço T5



(Fonte, autor)

Numa avaliação geral nota-se que ao se acrescentar fibras de coco nos traços feitos em laboratório os picos máximos vão diminuindo e os mínimos da zona 3 vão aumentando deixando a densidade média mais estável ou seja, ela também aumenta, assim os picos antes mais afinados vão se arredondando e a curva decrescente formada no gráfico também diminui conforme se adiciona fibras de coco deixando a aparência do gráfico mais suave, quanto ao traço comercial tem um comportamento bem diferente demonstrando claramente que sua conformação no ato da prensagem foi diferente na utilizada em laboratório tendo picos bem afinados e praticamente sem uma curva decrescente se assemelhando mais a uma reta. Quando a qualidade da prensagem todos os traços tecnicamente se mostraram simétricos indo da zona 1 até a metade da zona 3 e depois voltando a se formar até o fim da zona 5 com paridade equivalente a da zona 1, ou seja, se pegar o gráfico e o dobrar ao meio os dois lados ficam bem parecidos, o gráfico que teve a pior simetria foi o traço T2 que na zona 5 seu pico ficou levemente arredondado se comparado com a zona 1.

Também é interessante afirmar que houve uma sintonia entre os ensaios de densidade por raio-x e densidade por ensaio físico pois apesar de as diferenças entre os dois não serem exatas em valores elas não tiveram uma divergência muito grande sendo que o ensaio físico em todos os traços obteve resultados maiores que o ensaio por raio-x o que acaba um ensaio validando o outro. A Tabela 5 demonstra

claramente os resultados de máximas e mínimas das zonas do raio-x e o teste comparativo entre os ensaios:

Tabela 5. Resultados para Densidade Raio-x vs Densidade Físico

Ensaio de Densidade por Zonas					
Raio-x Painéis			Valor máximo pico	Valor mínimo	Valor máximo pico
Traços			Zona 1 ou 2	Zona 3	Zona 4 ou 5
(E) 100%	→	T1	879,73	553,91	897,00
(E) 80% + (C) 20%	→	T2	872,30	587,00	828,35
(E) 60% + (C) 40%	→	T3	844,16	604,20	841,55
(E) 40% + (C) 60%	→	T4	821,68	634,22	815,74
Comercial	→	T5	921,68	621,25	892,83

Ensaio de Densidade Raio - X vs Ensaio de Desnsidade Físico					
Traços			Média Raio-X	Média Físico	Diferença
(E) 100%	→	T1	666,71	705,83	39,12
(E) 80% + (C) 20%	→	T2	692,74	708,69	15,95
(E) 60% + (C) 40%	→	T3	696,30	718,58	22,28
(E) 40% + (C) 60%	→	T4	708,15	744,70	36,55
Comercial	→	T5	648,37	700,48	52,11

Obs: os resultados são todos em Kg/m³ (E) - Eucalipto (C) - Coco

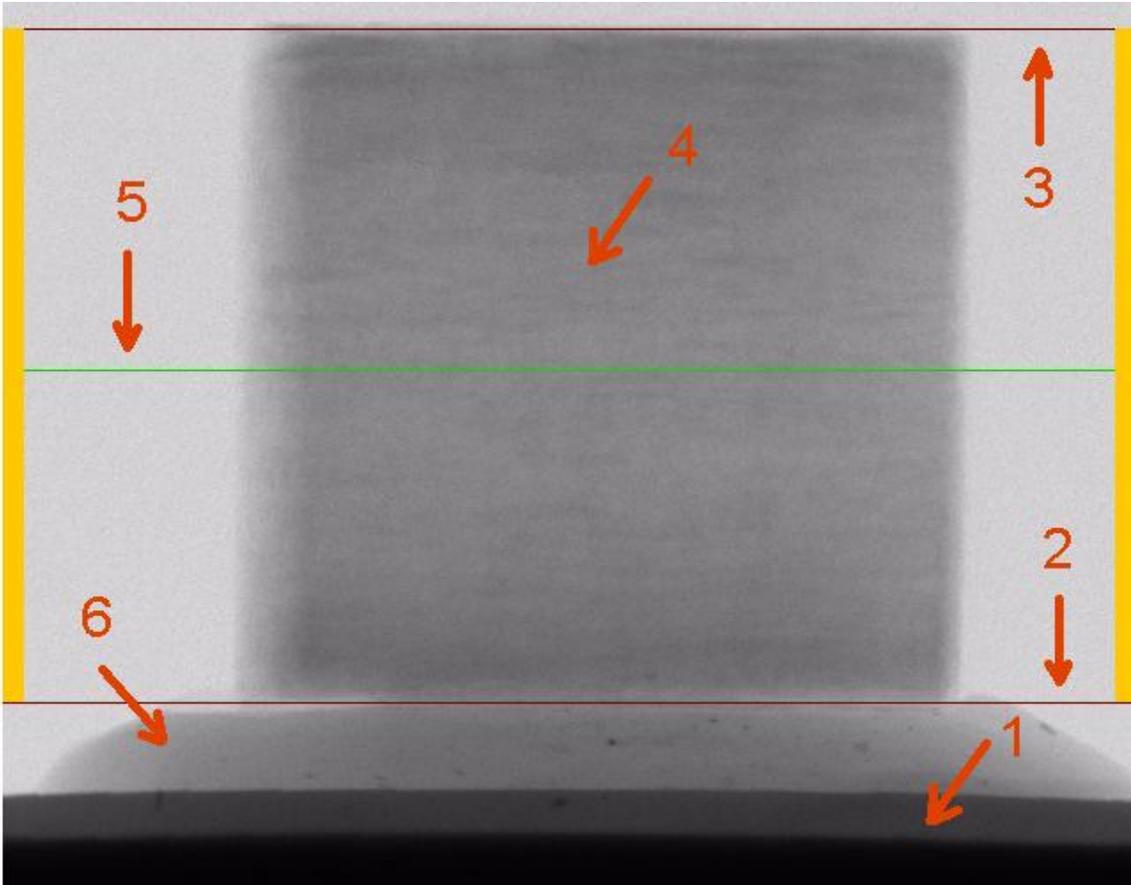
(Fonte, autor)

5.14. ENSAIO DE MICROTOMOGRÁFIA DE RAIOS-X

No ensaio de microtomografia o intuito foi de fazer uma correlação com o ensaio de raio-x e as densidades encontradas provando que de fato existem variações visíveis nas zonas com picos de maiores densidades e menores densidades e nas barrigas dos gráficos gerados e também fazer uma busca na procura de defeitos, ver o espalhamento e a distribuição das fibras assim como o perfil do corpo de prova em geral. A Figura 66 demonstra como fica a imagem inicial feita no microtomógrafo sendo esta uma imagem da lateral do corpo de prova e os números e setas representam o que é cada marcação e seu propósito sendo:

- 1 - Base ou porta amostra;
- 2 - Linha de delimitação de busca de base - Serve para delimitar a linha de corte na base ou a área de busca;
- 3 - Linha de delimitação de busca de Topo - Serve para delimitar a linha de corte no Topo ou a área de busca;
- 4 - Corpo de prova;
- 5 - Linha de corte do corpo de prova - Esta linha serve para cortar o corpo de prova na posição em que ela ficar parada;
- 6 - Massa semelhante a um chiclete que prende o corpo de prova ao porta amostra.

Figura 66. Imagem inicial microtomografo

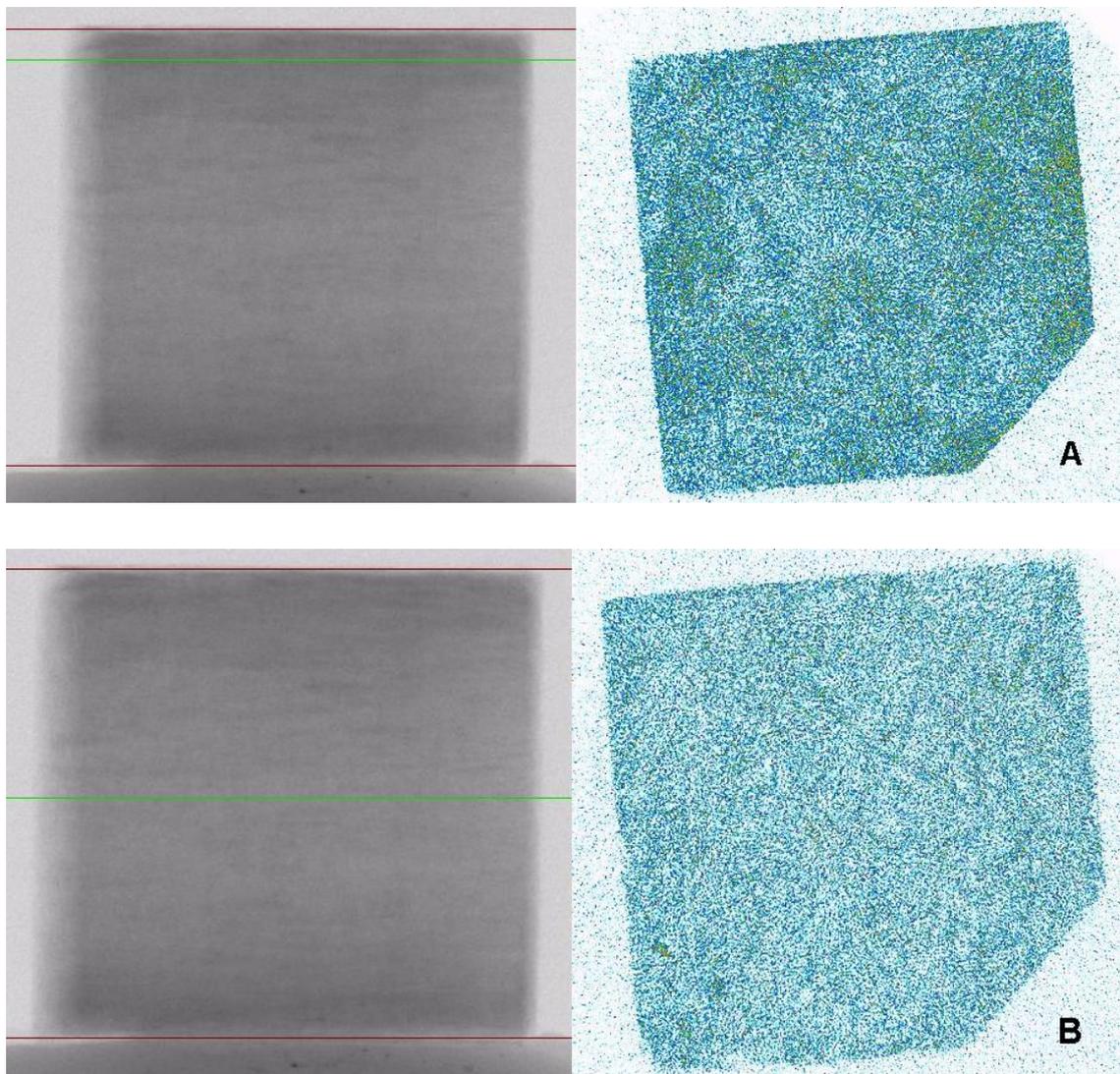


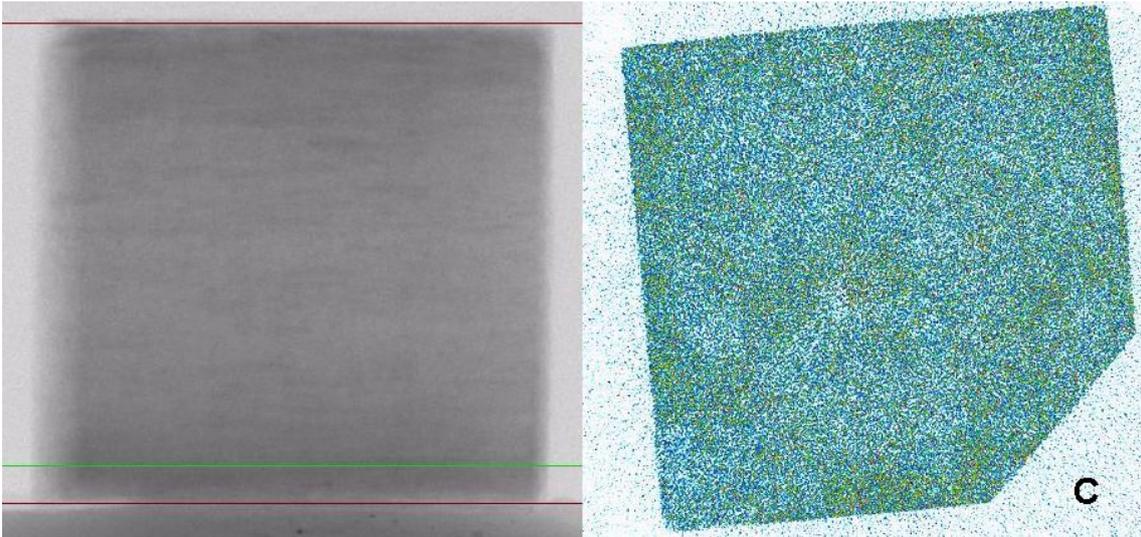
(Fonte, autor)

Ao se analisar o painel T1 100% eucalipto no processo de fabricação fica visível que próximo à borda existe uma maior concentração de resina sendo vista pela parte esverdeada na imagem, pontos e partes mais azulados dizem maior densidade ou menor opacidade e partes e pontos mais brancos menos densidade ou maior opacidade do material, assim fica evidente que de fato existe uma diferença de densidade entre as áreas perto das bordas e a área central do painel, ao se olhar a imagem a do lado esquerdo é imagem de lado do corpo de prova e a imagem direita é imagem de topo, visto de cima do corpo de prova, a Figura 67 (A), corte topo, (B) corte no centro e (c) corte na base constata esta afirmação. Assim como explicado sobre as diferenças de densidades na figura anterior a Figura 68 formada por 3 planos demonstra um pequeno defeito no interior do corpo de prova não podendo se afirmar o que é, mas com uma densidade muito superior ao do corpo de prova visto que sua coloração é quase preta, a linha vermelha é a linha na altura de corte do corpo de prova onde se encontra o defeito e o cruzamento entre linhas verde e azul, na vista de cima ou topo, sendo vista principal do corte é a imagem com número 1, as representações @1 até @2 representa a linha azul que é

a varredura da área neste sentido de corte que formam a imagem número 2 que é uma imagem da lateral do corpo de prova e a imagem 3 representa outra lateral do corpo de prova, sua varredura da linha verde vai de %1 até %2, a intercessão destas linhas , vermelha, azul e verde formam estas 3 imagens que dão a localização do defeito no interior da peça, nota-se na imagem 2e 3 peto das faces uma densidade e maior concentração de resina e na imagem 1 um ponto quase preto sendo um defeito no corpo de prova, observa-se também nas imagens laterais uma opacidade maior no centro do corpo de prova.

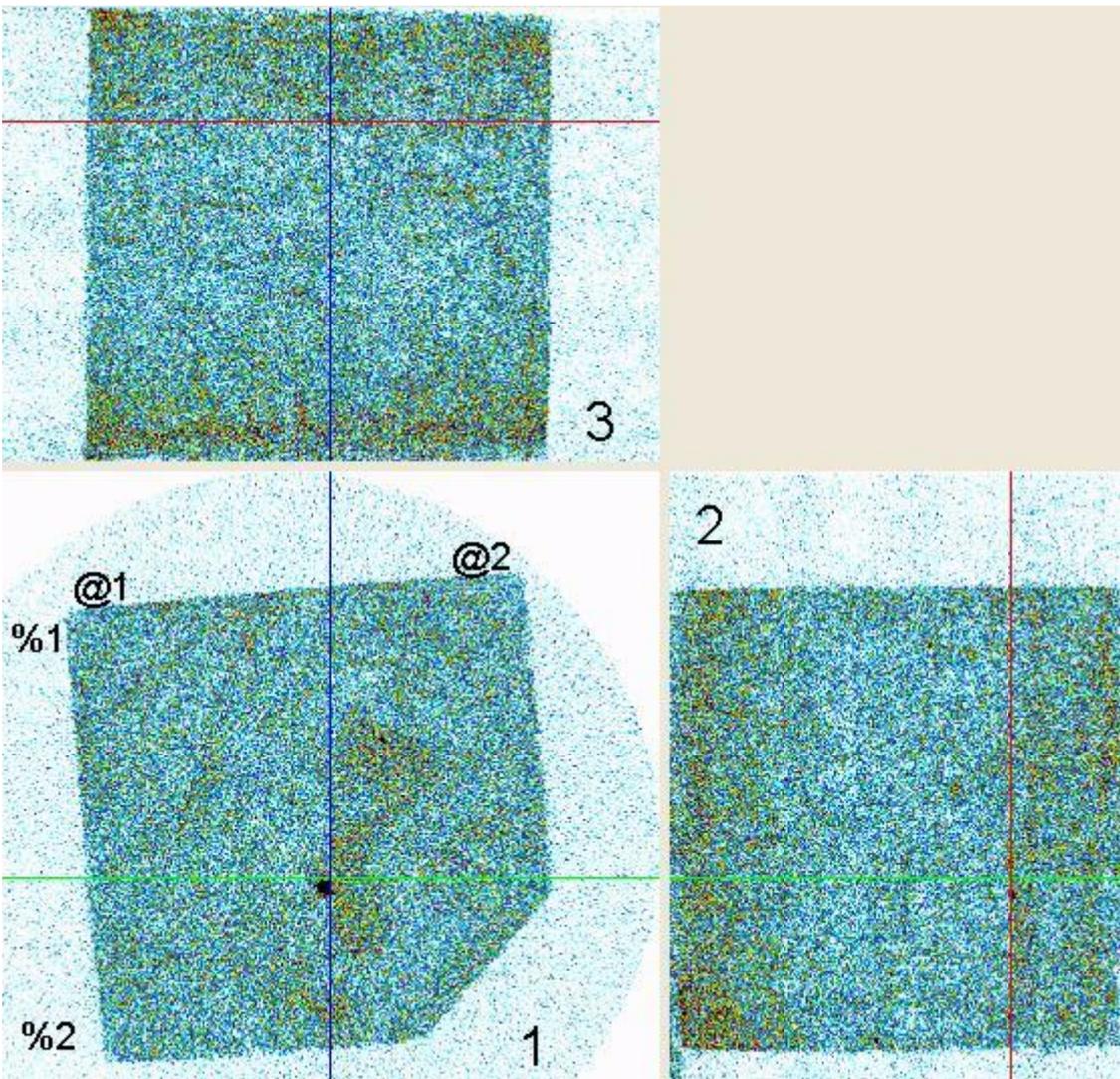
Figura 67. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T1.





(Fonte, autor)

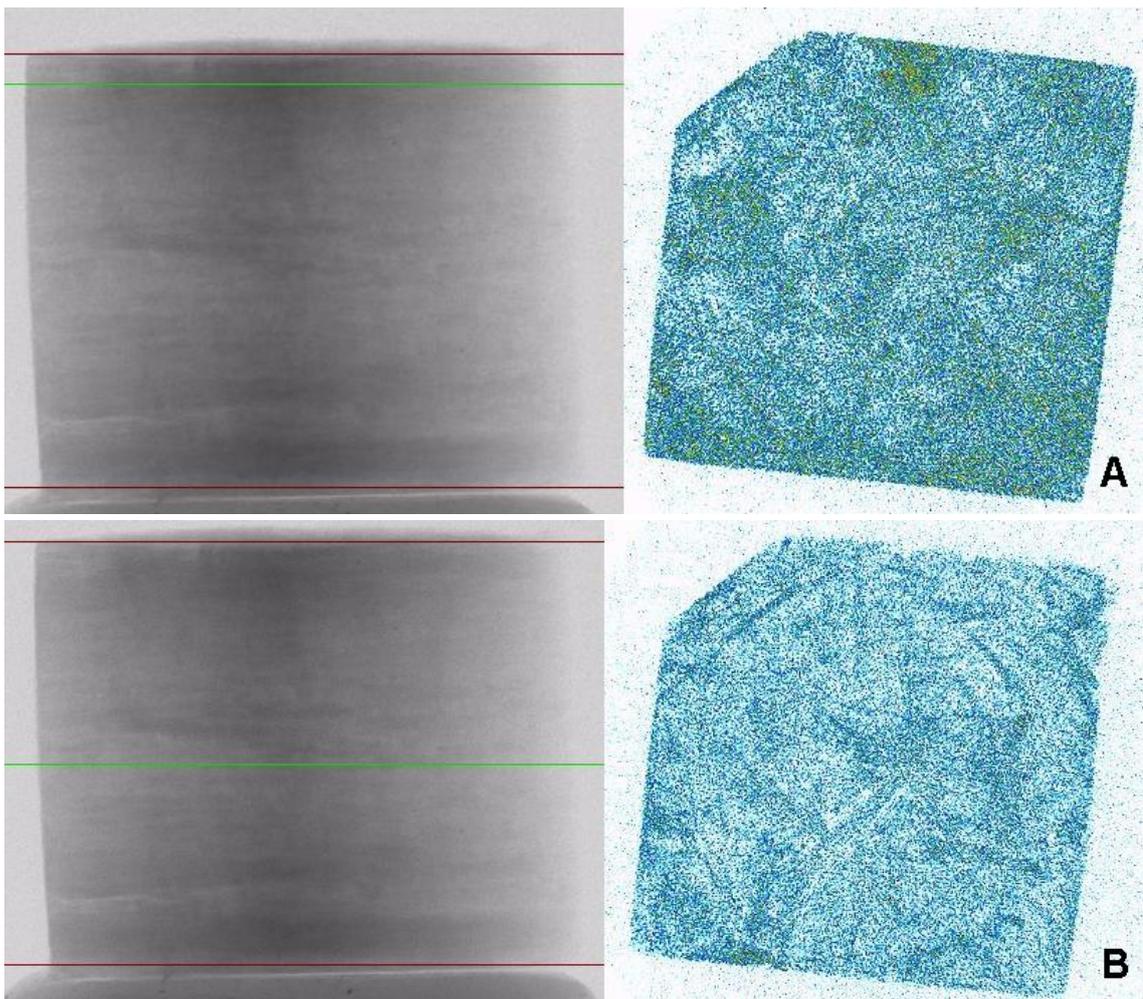
Figura 68. Defeito no interior do corpo de prova na imagem em 3 planos

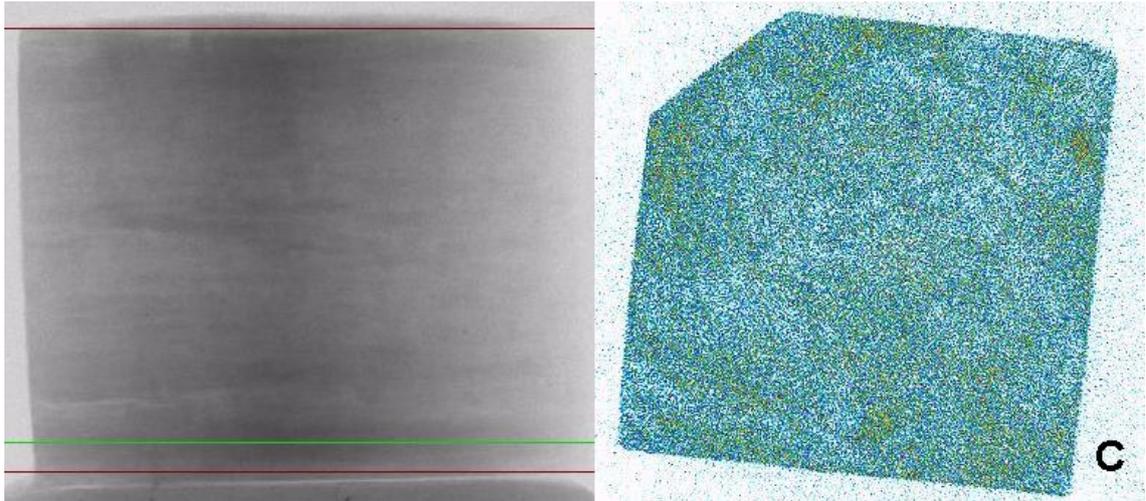


(Fonte, autor)

Depois de analisado foi identificado que no traço T2 assim como no traço anterior as regiões perto de suas faces tiveram uma maior densidade com bastante tonalidade azulada o que comprova densidade maior e tons esverdeados que comprova maior concentração de resina nestas partes. Na região central nota-se uma maior opacidade ou menor densidade e já é possível notar algumas fibras de coco se entrelaçando no painel, estas fibras por terem densidade mais elevada aparecem em forma de riscos azulados. Com estes resultados pode-se afirmar que este ensaio também explica o resultado obtido no ensaio de raio-x, com as partes junto as faces mais densas e um centro mais frágil. Na Figura 69 (A), corte topo, (B) corte no centro e (c) corte na base pode-se notar o que foi descrito acima e na Figura 70 formada por 3 planos nota-se no plano 2 e 3 vistas laterais uma maior opacidade na altura do corte (linha vermelha) e nas camadas próximas as bordas um maior densidade e uma maior parte esverdeada comprovando o acumulo maior de resina nestas áreas, e no plano 1 é bem nítidas as fibras de coco entrelaçadas no corpo de prova, não foi encontrado nenhum tipo de defeito neste corpo de prova

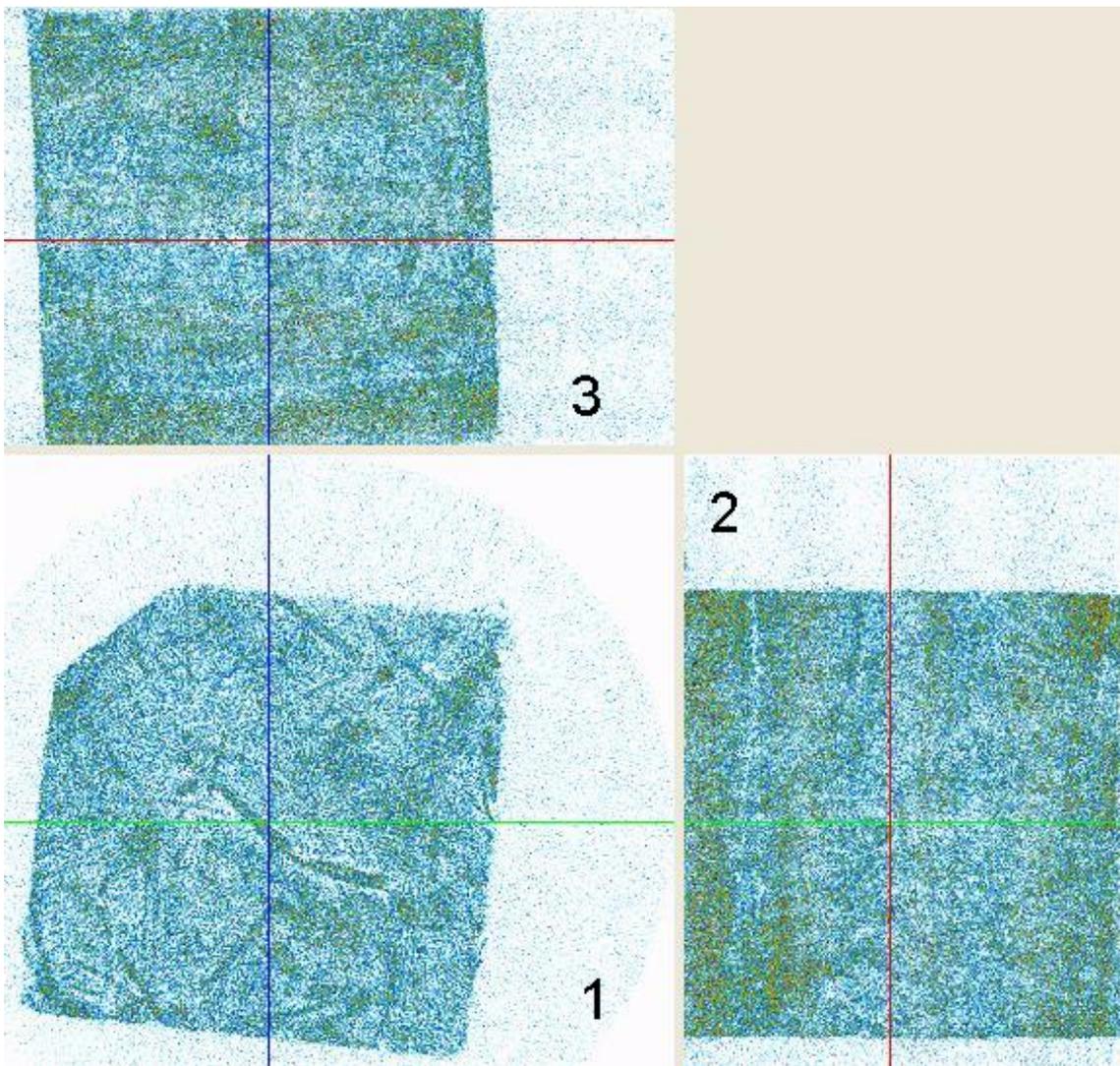
Figura 69. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T2.





(Fonte, autor)

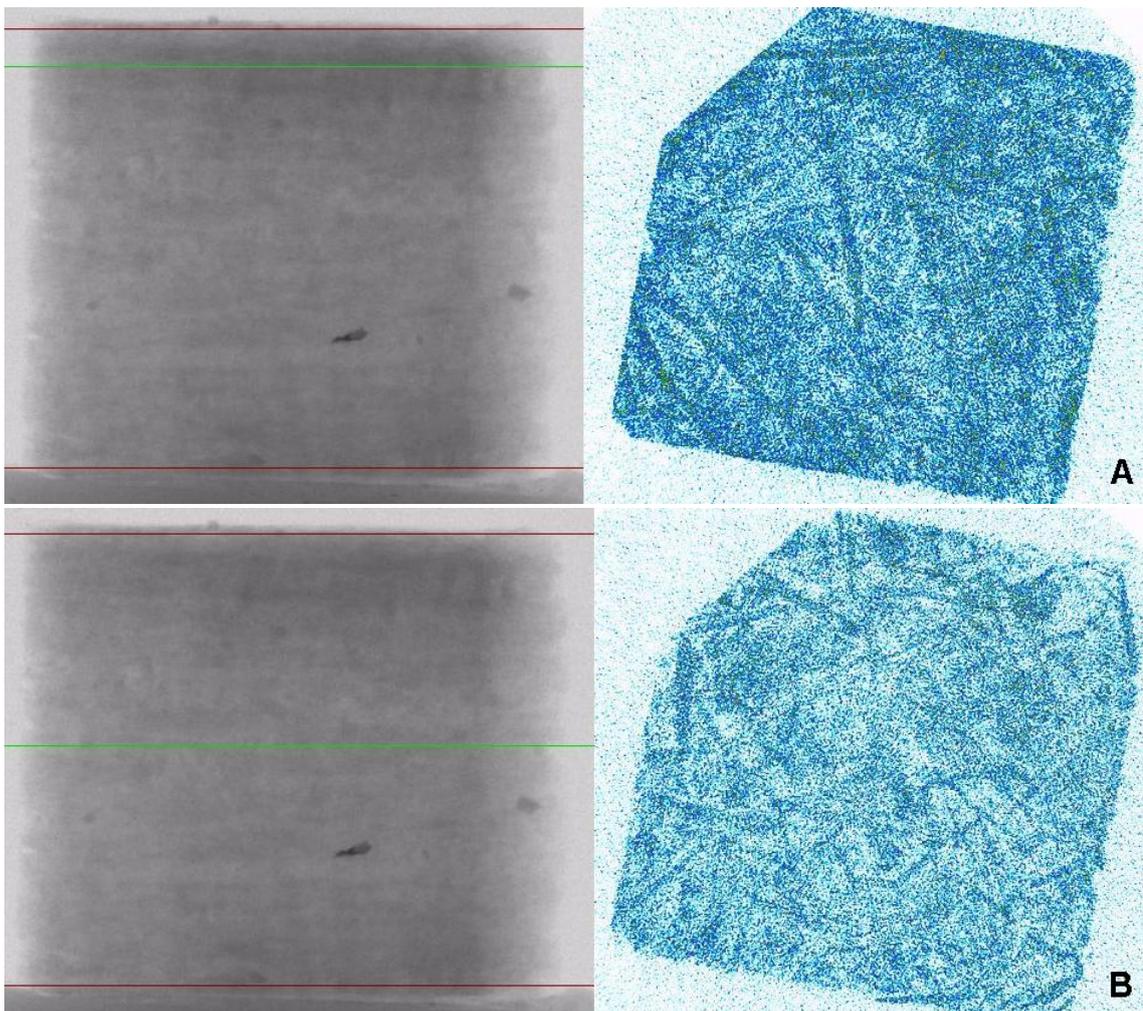
Figura 70. Imagem em 3 planos traço T2

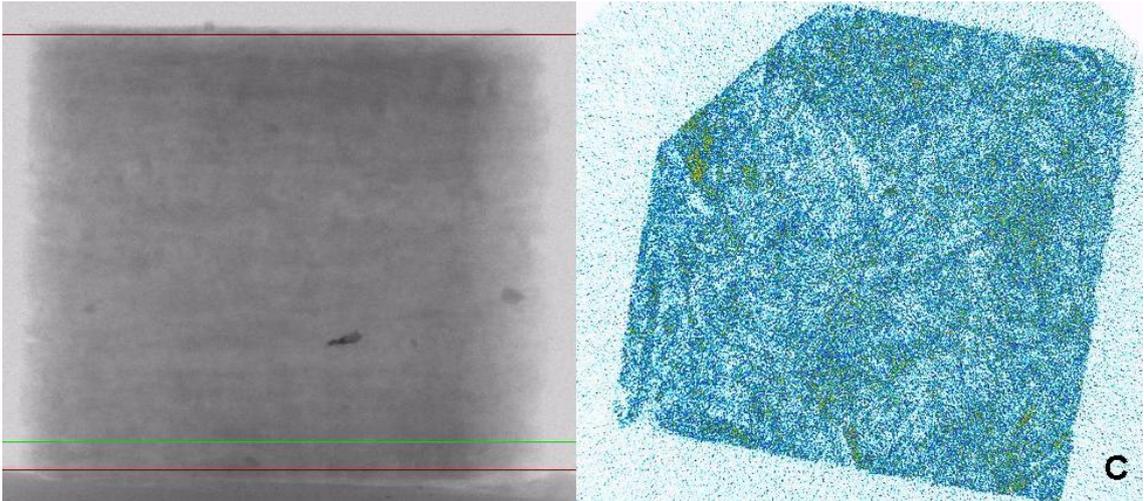


(Fonte, autor)

No ensaio da microtomografia do traço T3 foi encontrada uma maior densidade com bastante tonalidade azulada o que comprova densidade maior nas faces do corpo de prova e tons esverdeados que demonstram maior concentração de resina nestas áreas e também algumas fibras de coco. Já na região central nota-se menor densidade com partes mais brancas principalmente entre as fibras de coco e o entrelaçamento entre elas. Com estes resultados pode-se afirmar que este ensaio se alinha com os resultados do ensaio de raio-x. e na Figura 71 (A), corte topo, (B) corte no centro e (c) corte na base. A Figura 72 é perceptível um enorme defeito que se pode ver ao longo dos 3 planos, em sua volta tem uma grande área esbranquiçada o que indica opacidade sendo que as fibras tanto de coco como de eucalipto não estão encostadas nela e sendo um ponto tão grande ele pode provocar uma fragilidade neste ponto do painel. Se um painel tiver muitos pontos como este numa mesma linha este pode vir a se romper na mesma se uma força for aplicada, também nota-se no plano 2 e 3 que as densidades nas bordas e manchas esverdeadas não são tão evidentes como nos outros painéis desenvolvidos em laboratório e no plano 1 é bem nítido os desenhos das fibras de coco entrelaçadas no corpo de prova..

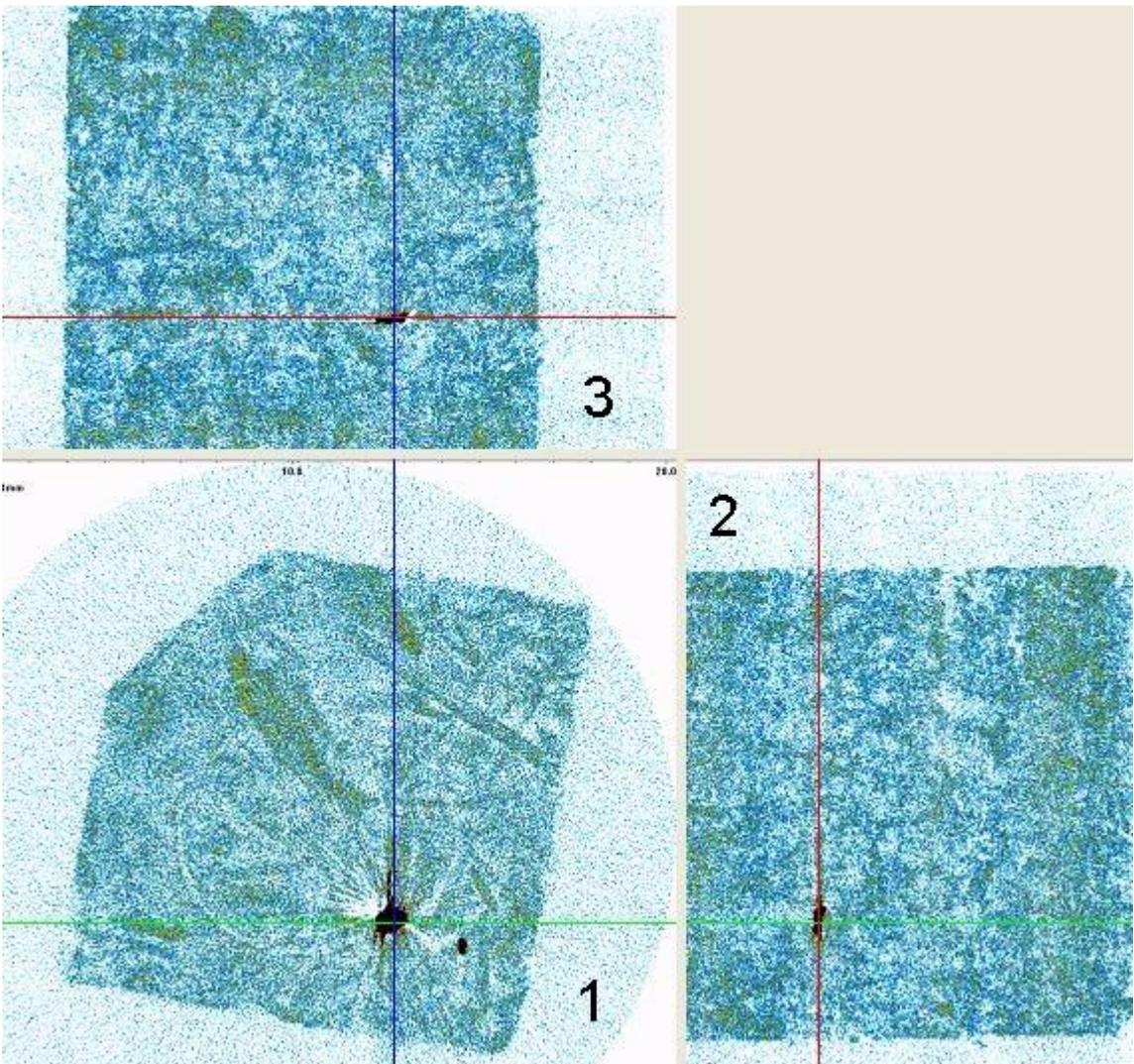
Figura 71. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T3.





(Fonte, autor)

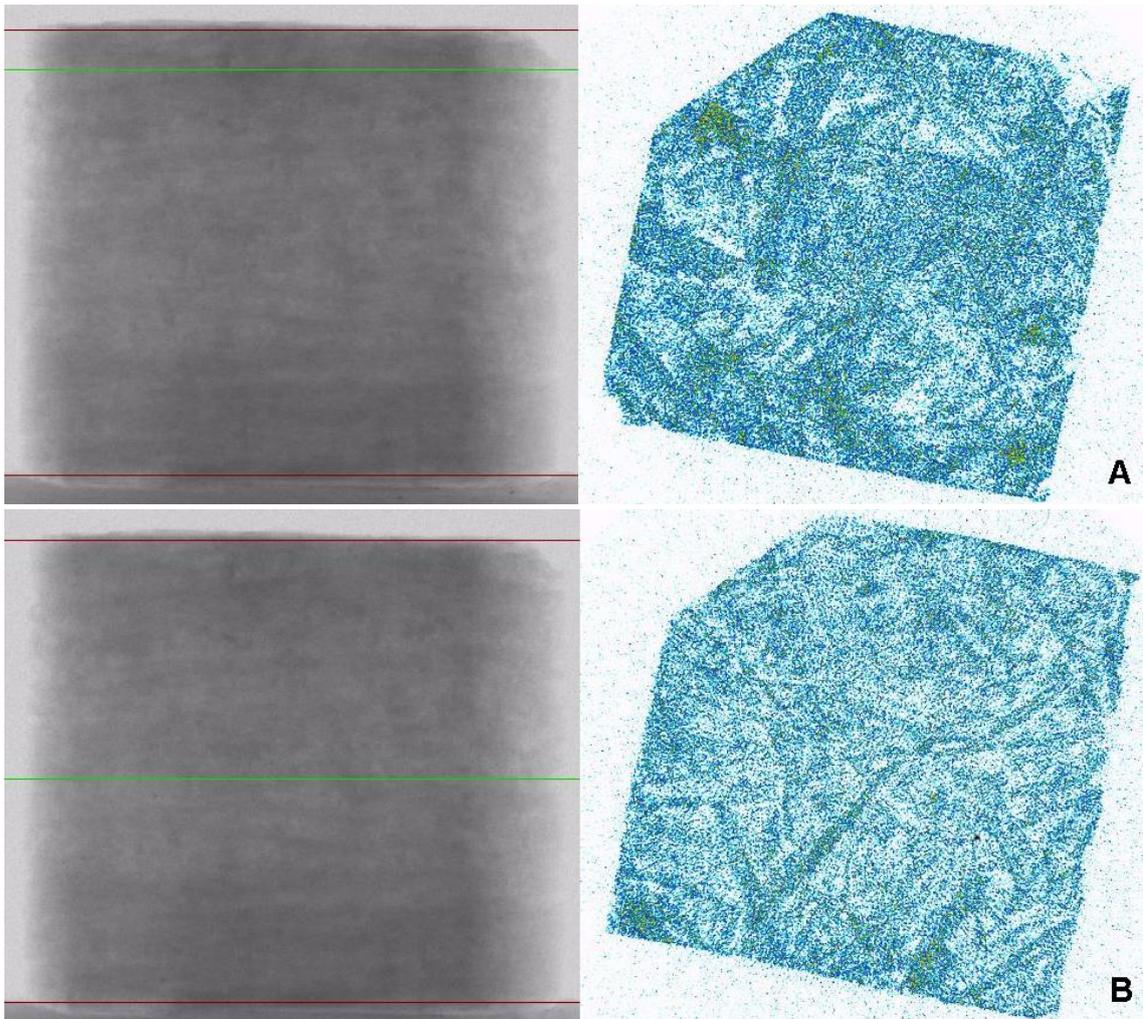
Figura 72. Grande defeito no interior do corpo de prova, traço T3

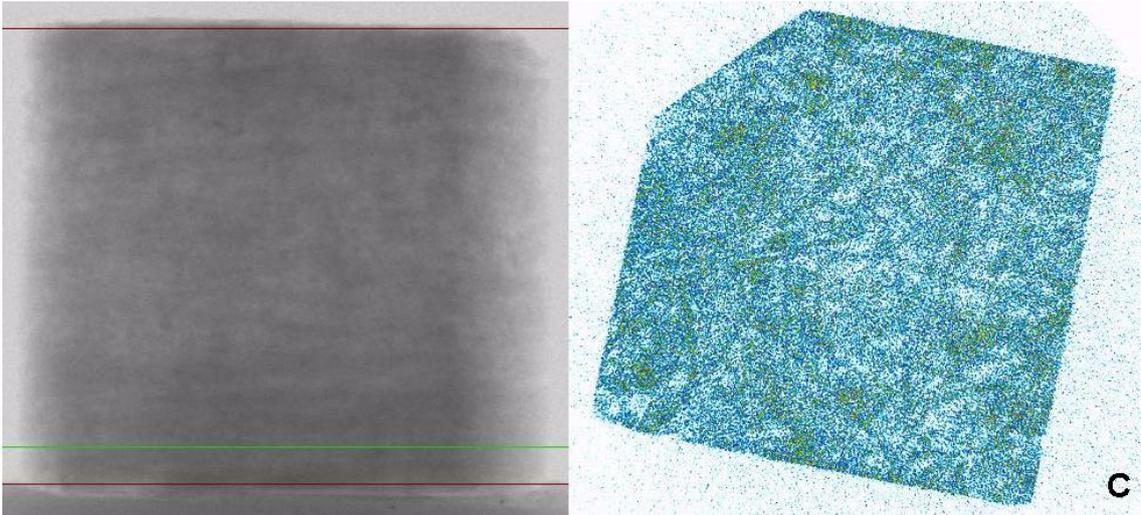


(Fonte, autor)

No ensaio de microtomografia do traço T4 ficou constatado que assim como aconteceu com o ensaio de raio-x as densidades foram menos acentuadas nas bordas e maiores no centro ficando este traço com uma melhor distribuição da densidade ou seja o painel ficou mais uniforme em sua construção, nota-se pouca diferença entre os cortes com uma tonalidade azul que caracteriza densidade mais parecida entre ambos e menos partes esverdeadas que caracteriza resina, também é bastante visível o entrelaçamento das fibras no painel, Figura 73 (A), corte topo, (B) corte no centro e (c) corte na base. A Figura 74 reafirma o que foi descrito anteriormente, também nota-se grandes áreas esbranquiçadas ou áreas com menor densidade, isto fica nítido em todos os 3 planos de vista e na vista 1 é possível ver as fibras de coco com bastante nitidez e espaços em vazio nos seus arredores, ensaiando este corpo de prova nenhum defeito foi encontrado.

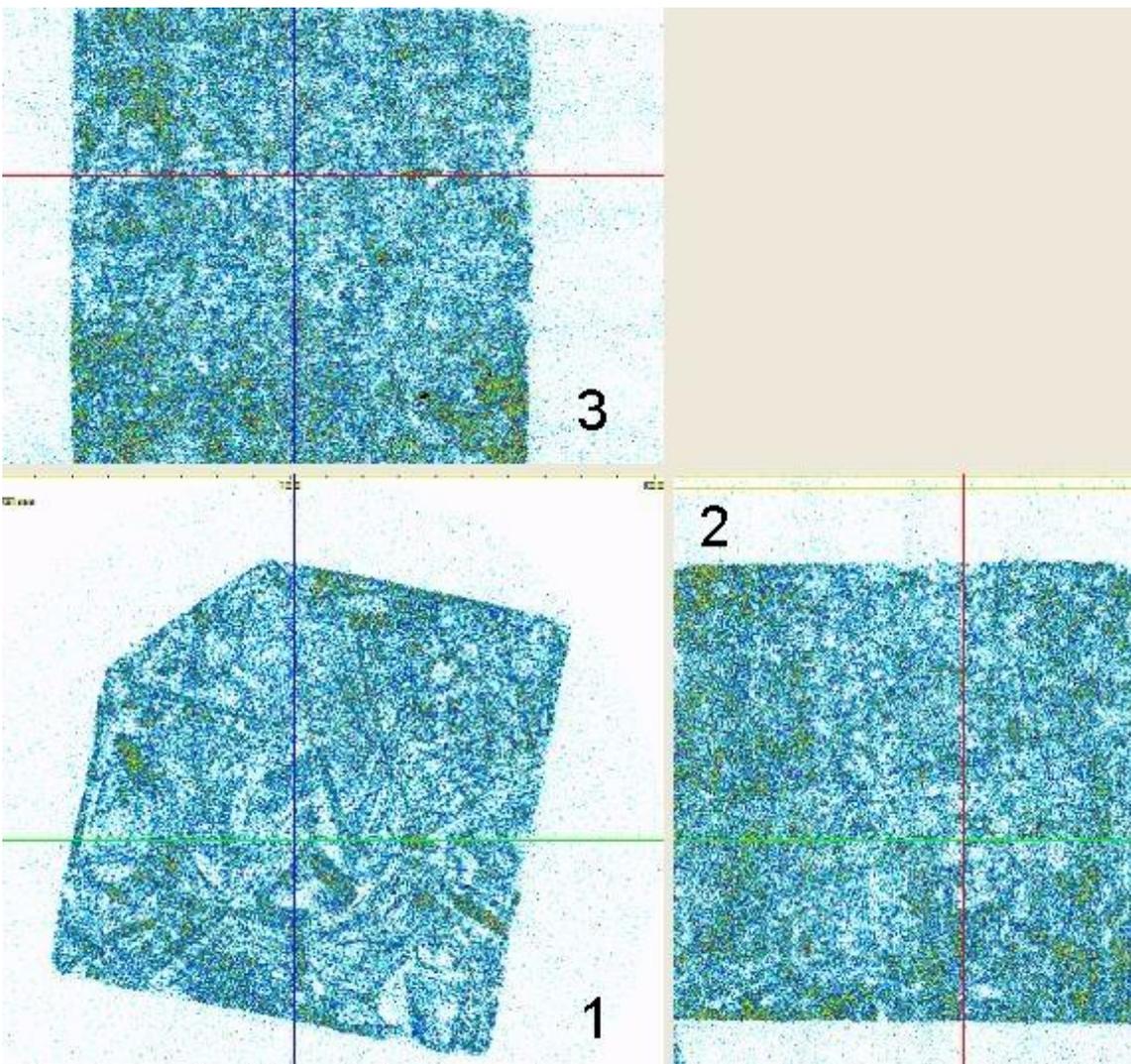
Figura 73. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T4.





(Fonte, autor)

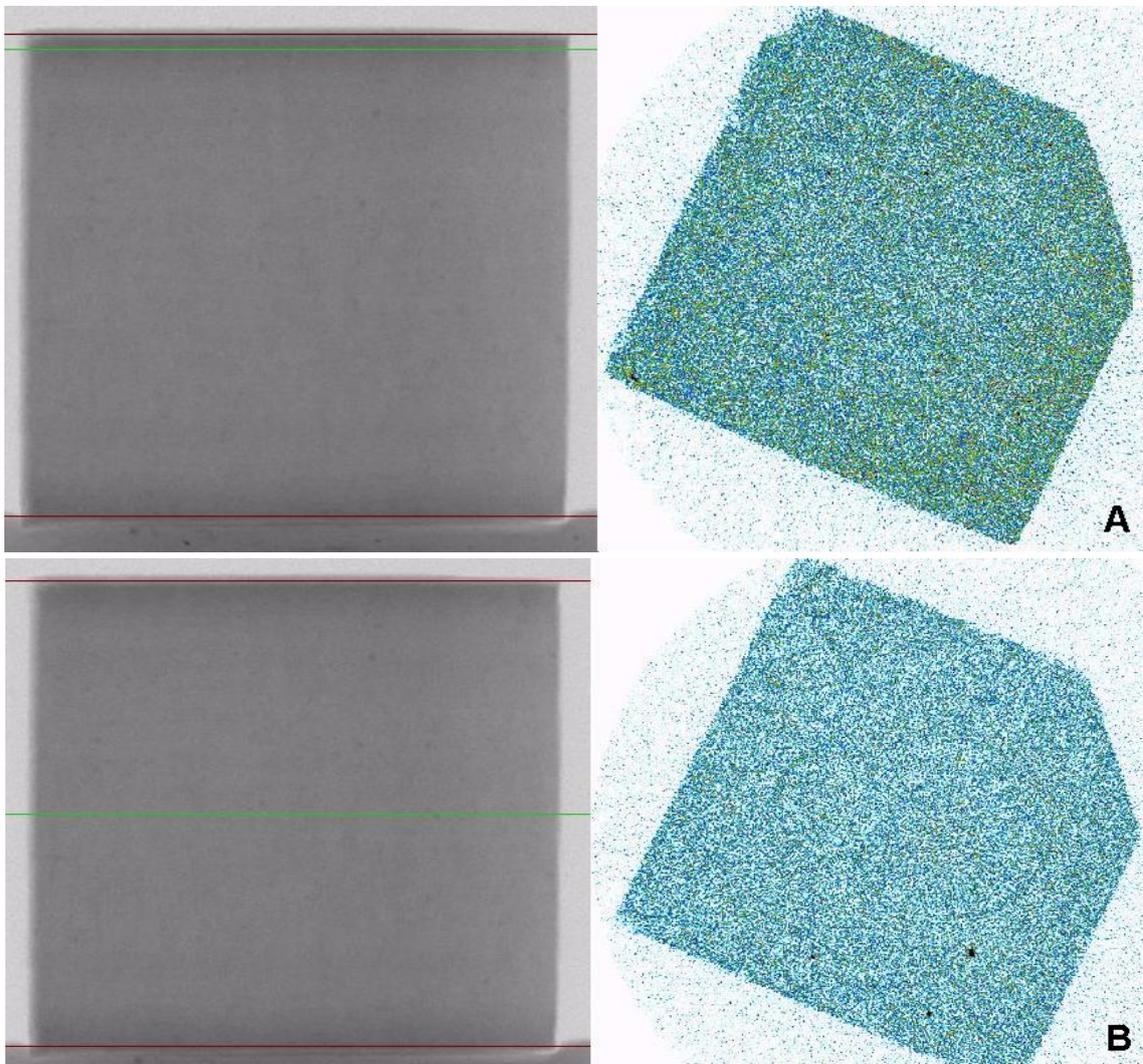
Figura 74. Imagem em 3 planos, traço T4

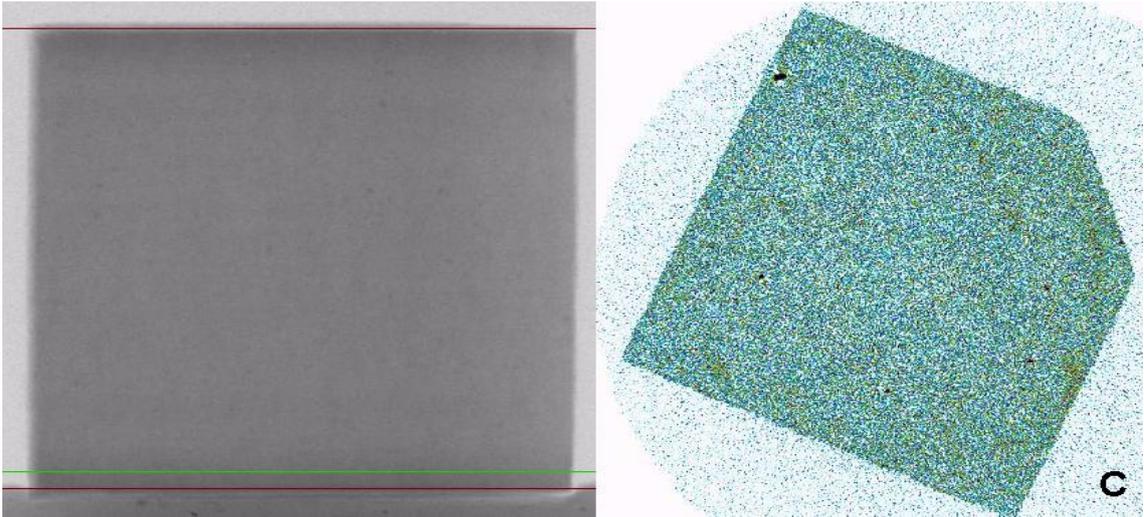


(Fonte, autor)

Ao se fazer o ensaio do traço T5 a microtomografia constatou que este traço por ser um produto industrial tem uma elevada distribuição de sua densidade sendo bem mesclado as áreas azuis (densidade) e as áreas em branco (Opacidade) assim como junto se observa alguns pontos com tons esverdeado (resina) e também alguns pequenos pontos pretos que podem ser defeitos ou algo com elevada densidade, este também teve como demonstrado nos cortes A, B e C valores de densidades semelhantes ao do raio-x pois bem próximo as bordas a densidade se eleva ficando mais clara no centro, Figura 75 (A), corte topo, (B) corte no centro e (c) corte na base. Na Figura 76 as imagens em 3 planos reafirmam o que foi descrito e se ao olhar os planos 2 e 3 pode-se ver bem próximo as bordas um pequeno acumulo de resina (esverdeado) e no plano 1 alguns porem pequenos pontos de maiores densidades ou defeitos (pontos prestos).

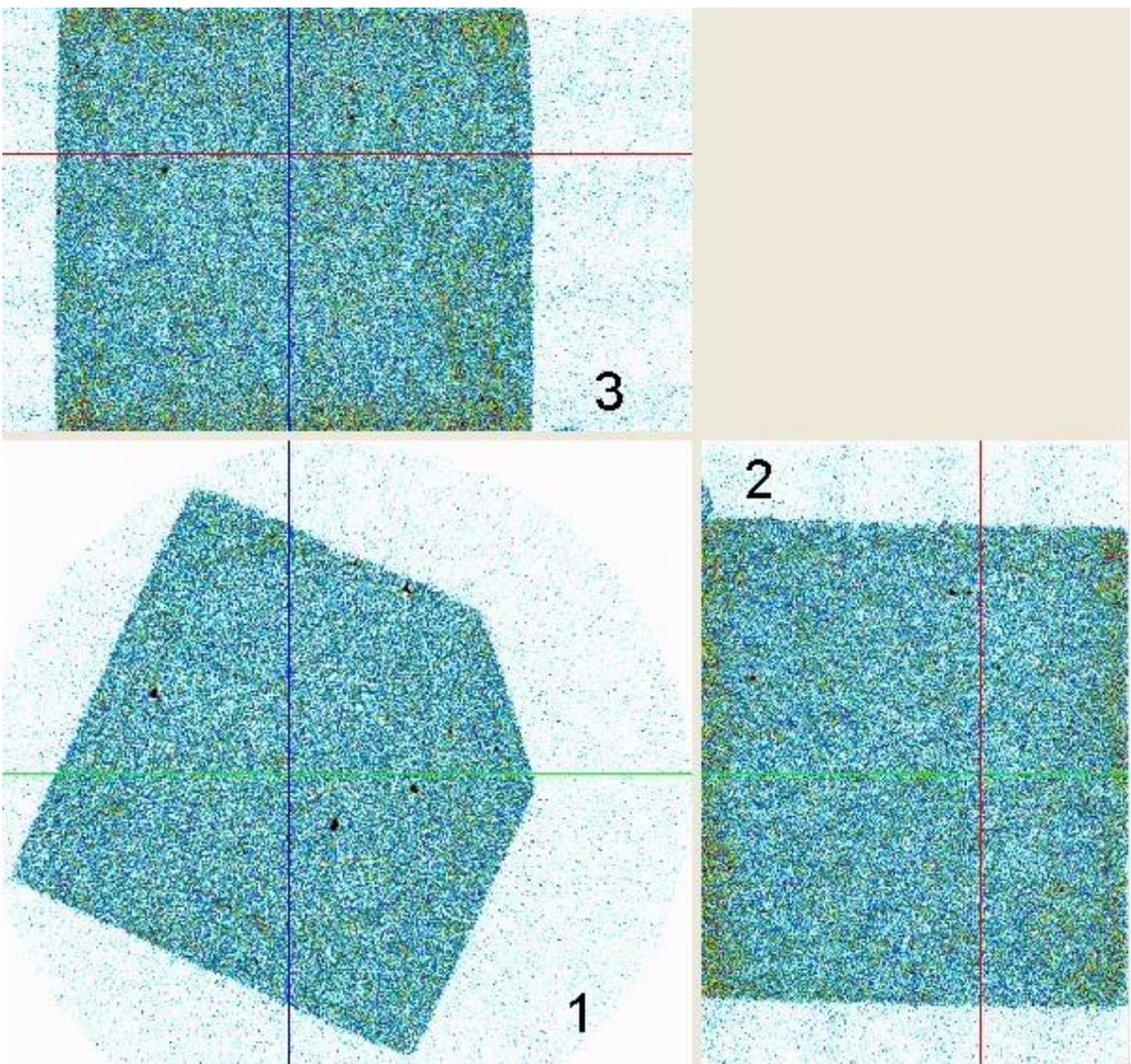
Figura 75. Corte A, Topo, corte B, região central e corte C, face junto à base, traço T5.





(Fonte, autor)

Figura 76. Imagem em 3 planos, traço T5

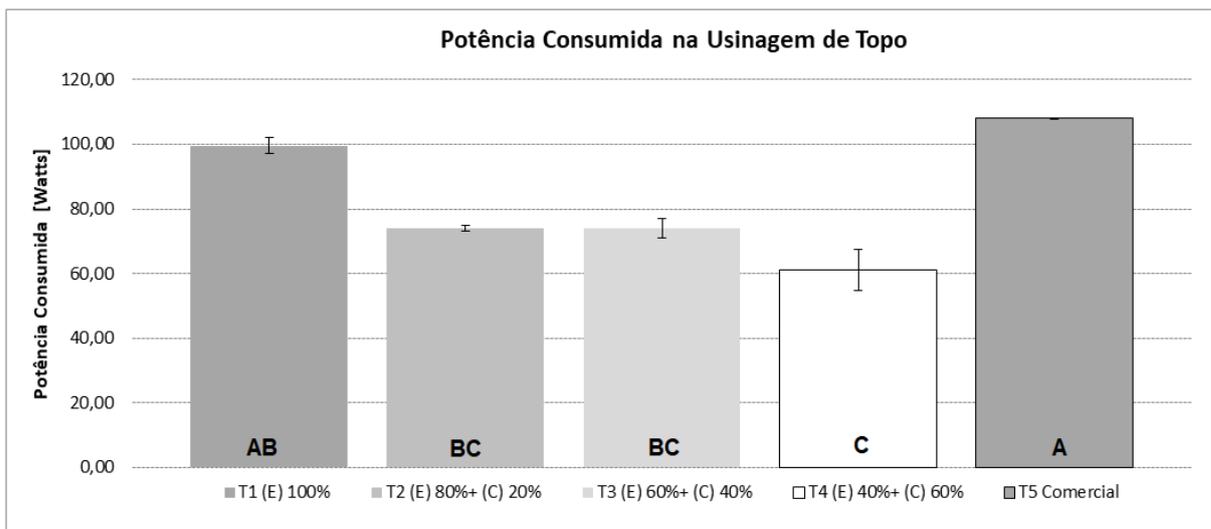


(Fonte, autor)

5.15. FRESAMENTO DE TOPO

Ao se realizar o ensaio de fresamento de topo ou usinagem de topo foram abordados três aspectos sendo eles potência de corte utilizada no fresamento, rugosidade média sendo este um importante fator para a indústria e rugosidade total, sendo que para estes ensaios a norma NBR 15316-2 (2015) não faz nenhuma descrição de valores. No ensaio de potência foi constatada que ao se adicionar fibras de coco a potência consumida cai lentamente sendo entre os traços fabricados em laboratório o T1 que teve o maior consumo em potência sendo de 99,54W (watts) e o traço T4 com 61,18W, porem o traço T5 comercial foi o que maior teve consumo de potência entre todos os traços analisados com 108,00W ligeiramente maior que o traço T1. A Figura 77 apresenta o gráfico das potências na usinagem dos painéis.

Figura 77. Potência consumida na usinagem de Topo



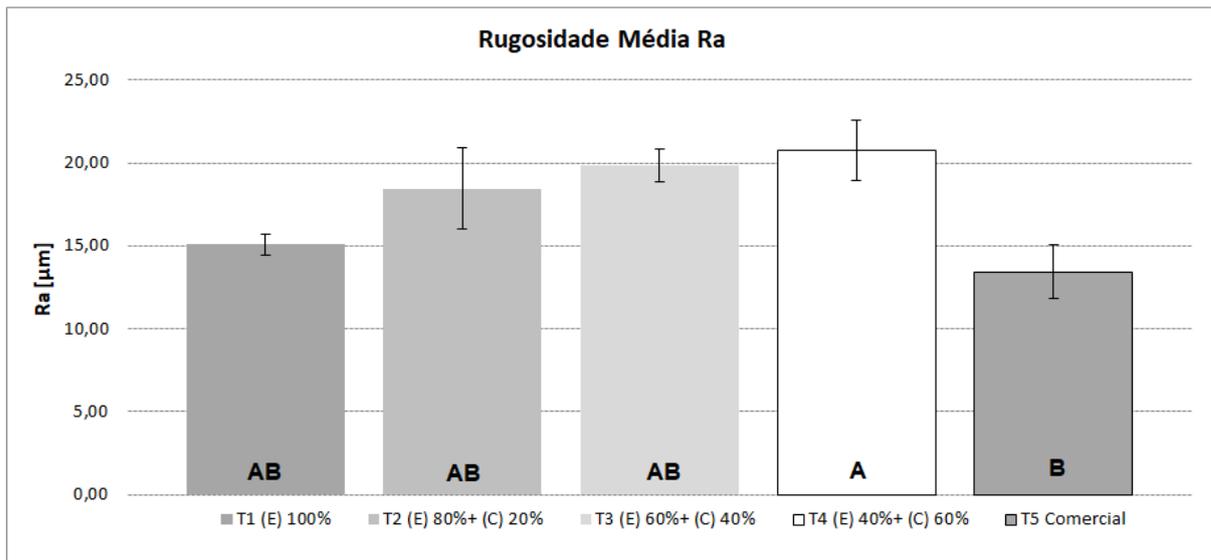
(Fonte, autor)

Neste ensaio os valores encontrados na análise de variância foram valor-p-0,0038, F-17,5097 e F crítico-5,1921 com os resultados obtidos no teste de Tukey perfazendo um total de 4 grupos sendo eles o traço T5 pertencente ao grupo A, T1 ao grupo AB, T2 e T3 pertencente a dois grupos B e C, T4 ao grupo C.

Ao se fazer o teste de rugosidade média nos ensaios dos traços foi averiguado que ao se adicionar fibras de coco à rugosidade foi aumentando gradativamente o que prova que a fibra de coco acarreta uma piora na qualidade visual do painel no fresamento e sendo entre os traços fabricados em laboratório o T1 que obteve a menor rugosidade média sendo de 15,08 μm (micrometro) e o traço

T4 a maior rugosidade com 20,73 μ m. Este é um resultado inverso do ensaio de potência consumida onde ao se adicionar fibras de coco a potência diminui. O traço T5 comercial foi teve melhor rugosidade média entre os cinco traços analisados com 13,44 μ m resultado pouco melhor que o traço T1, isto é ilustrado pelo gráfico na Figura 78 rugosidade média dos painéis.

Figura 78. Rugosidade média dos painéis

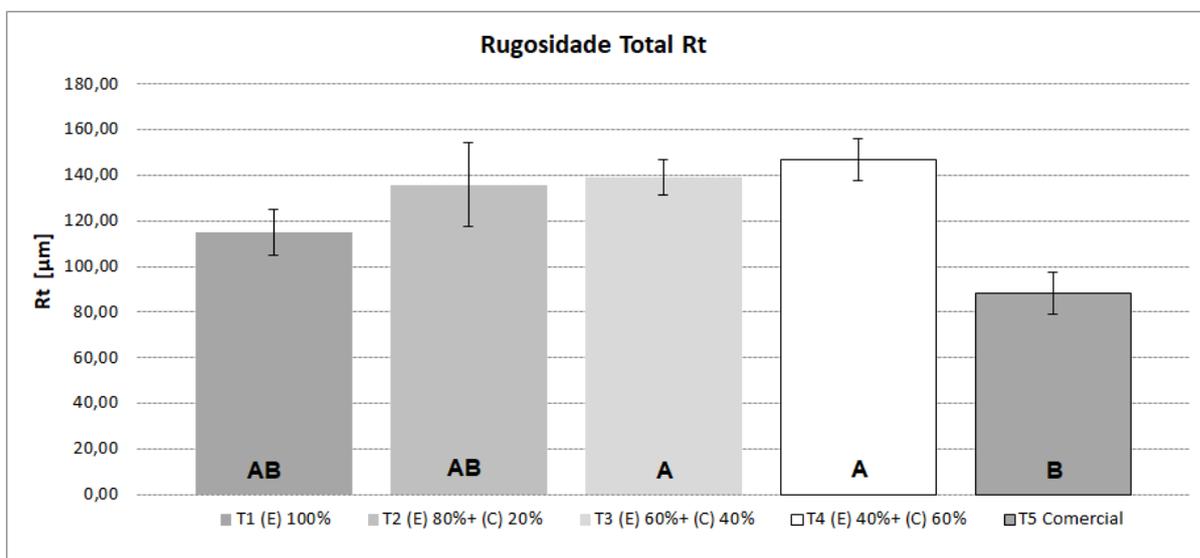


(Fonte, autor)

Para este ensaio estatisticamente os valores de $p=0,02966$, $F=3,6140$ e F -crítico 3,0555 o que indicam diferenças significativas entre os traços de painéis desenvolvidos, sendo assim a análise por teste de Tukey foi aplicado e as diferenças encontradas sendo estas: T4 pertence ao grupo A, T1, T2 e T3 pertencem ao grupo A e ao grupo B, o traço T5 apenas ao grupo B.

O ensaio de rugosidade total é o mesmo de rugosidade média diferenciando apenas que os valores máximos são destacados para comparativo, pois são valores que não sofrem influências de vales ou picos como o de rugosidade média. Ao se averiguar a rugosidade total dos traços se descobriu que o comportamento dos resultados seguiu o mesmo resultado encontrado para rugosidade média, assim ao se adicionar fibras de coco à rugosidade total foi aumentando gradativamente o que prova novamente que a fibra de coco acarreta uma piora na qualidade visual do painel na usinagem e sendo entre os traços fabricados em laboratório o T1 que obteve a menor rugosidade total sendo de 115,15 μ m (micro metro) e o traço T4 a maior rugosidade com 146,86 μ m. O traço T5 comercial foi o que melhor rugosidade total obteve entre os cinco traços analisados com 88,09 μ m resultado bem melhor que o traço T1 desenvolvido em laboratório. Na Figura 79 pode-se ver as informações de rugosidade total dos painéis.

Figura 79. Rugosidade total dos painéis



(Fonte, autor)

Estatisticamente os valores de $p=0,01767$, $F=4,2023$ e $F\text{-crítico } 3,0555$ indicam que neste ensaio também existem diferenças significativas entre os traços de painéis desenvolvidos e o traço comercial, assim o teste de Tukey foi aplicado e as diferenças encontradas foram: T4 e T3 pertence ao grupo A, T1 e T2 pertencem ao grupo A e ao grupo B, e o traço T5 apenas ao grupo B.

6. CONCLUSÃO

Observando os resultados obtidos nos ensaios realizados nos painéis desenvolvidos em laboratório, divididos em quatro traços diferentes além do traço comercial, foi possível concluir que:

- As fibras de coco são ligeiramente maiores do que as fibras de eucalipto e tem uma densidade acima do dobro da densidade das fibras de eucalipto;
- A densidade alvo estipulada em projeto foi alcançada dentro da tolerância aceita pela norma NBR ABNT 15316-2 (2015), como painel de fibras de média densidade;
- De uma maneira geral os ensaios físicos mostraram que a inclusão de fibras de coco ao painel de eucalipto apresentou resultados inferiores, se comparados ao traço T5, sendo que o traço T1 foi o traço que apresentou o melhor resultado entre os traços fabricados.
- Nos ensaios de flexão e modulo de elasticidade, os módulos calculados, MOR e MOE, o traço T4 apresentou o pior resultado e o melhor resultado ocorreu no traço T1. No ensaio de tração perpendicular ao se acrescentar fibras de coco aconteceu melhora na qualidade do painel sendo que para os ensaios de tração superficial, arrancamento parafuso topo e face e dureza Janka quando se acrescentou as fibras de coco não ocorreu variações significativas nos resultados, nem para melhor nem para pior;
- Ao se realizar o ensaio de usinagem (fresamento de topo) foi possível constatar que a adição de fibras de coco ao painel provocou uma diminuição da potência consumida, sendo que os painéis de traço T1 obtiveram a maior potência consumida, sendo que esta potência vai diminuindo de T1 para T4. Quanto a rugosidade, tanto Ra quanto Rt, apresentarem comportamento inverso à potencia, sendo que seus valores vão aumentando do traço T1 até o traço T4, significando que quanto maior a quantidade de fibras de coco no painel, a rugosidade média e também a rugosidade total aumentam, piorando o acabamento superficial do painel desenvolvido em laboratório.

7. SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

- Em vez de utilizar as fibras de coco picadas fazer o desfibramento da mesma a quente e a frio e com período diferentes de tempo/desfibramento;
- Misturar a fibra de eucalipto com outros materiais como, fibras de sisal, fibras de outras madeira como teka, fibras de bambu, Melhorar o método de distribuição da resina;
- Fazer ciclo de prensagem do colchão de fibras assim como feito em indústria;
- Fazer painéis com novos teores de resinas diferentes como, por exemplo, 8%, 12% e 15%;
- Fazer ensaios com o ataque de fungos e cupins;
- Fazer ensaio de desgaste de ferramenta na usinagem do painel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – **BRACELPA**. Disponível em: < <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136> >. Acesso em 25 de Outubro de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 4288: Especificações geométricas do produto (GPS)- Rugosidade: Método do perfil - Regras e procedimentos para avaliação de rugosidade**. Rio de Janeiro: 2008, 10p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA – **ABIPA**. São Paulo, 2014 Disponível em: <http://www.abipa.org.br/produtosMDF.php>>. Acesso em: 28 de junho 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA – **ABIPA**. São Paulo, 2013. Disponível em: < <http://www.abipa.org.br/produtosMDF.php> >. Acesso em 25 junho de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – **BRACELPA**. Disponível em: < <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136> >. Acesso em 25 de Outubro de 2014.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15316: Painéis de fibra de média densidade: parte 2 Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2015. 78 pg.

BELINI UL, TOMAZELLO FILHO M, CHAGAS MP. **Densitometria de raios X aplicada na avaliação tecnológica de painéis MDF de eucalipto**. *Scientia Forestalis* 2009; 37(84): 343-350.

BELINI, U. L.; TOMAZELLO FILHO, M.; LOUZADA, J. L. P.; RODRIGUES, J. C.; **Aspectos anatômicos e tecnológicos de painéis confeccionados com fibras de eucalipto e cana-de-açúcar**. *Floresta e Ambiente*, p. 7, Jan./Mar; 18(1):30-36; 2011.

BELINI, U. L.; **Caracterização tecnológica de painéis de fibras da madeira de eucalypto, *Eucalyptus grandis*, e de partículas do bagaço do colmo de cana-de-açúcar, *Saccharum sp.*** 2012, 169p – Tese (Doutorado em Tecnologia de Produtos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

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

BONDUELLE, A.; YAMAJI, F.; BORGES, C. C. Resíduos. **Revista da Madeira**. V. 12 Edição 68, Dezembro de 2002. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_capa.php?edicao=68>. Acesso em: 15 de julho de 2018.

BUENO, M. A. P. **Painéis de Medium Density Fiberboard fabricados com bagaço de cana-de-açúcar e madeira de reflorestamento**. 2014. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo, 2014.

Bujang, I. Z., Awang, M.K and Ismail A.E. (2007). **Study on the Dynamic Characteristics of Coconut Fiber Reinforced composites**, Regional conf. On Engineering Mathematics, Mechanic and Architecture.

BRITO, E. O. **Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de *Pinus eliottii* Engelm. Var. *elliottii* plantado no Sul do Brasil**. 1995. 123p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

CAMPOS, H. (2001). **Ilíada de Homero**. Trad. H. Campos. Vol. I e II. São Paulo: Mandarim.

CABRAL, C. P. T. **Propriedades de chapas tipo aglomerado e OSB, fabricadas com partículas e flocos de madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloeziana* e *Pinus eliottii***. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 92 f. 2005.

DNA DO ALIMENTO – Disponível em: <https://medium.com/@carolsa/dna-do-alimento-coco-5be96cd6e321> Acessado em 18 de julho de 2018.

DACOSTA, L.P.E. *et. al.*, **Qualidade das chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduo do processamento mecânico da madeira**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.15, n.3, p 311-322, 2005.

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

DINHANE, F. C. R.; ARAÚJO, I. I. de; VALARELLI, I. de D.; BUENO, M. A. P.; FERREIRA, B. S.; CAMPOS, C. I. de. *Particleboard Manufactured with Bamboo and*

*Coconut Fibers in Different Ratios of Adhesive. **Advanced Materials Research**, Vol. 1088, pp. 672-675, Feb. 2015.*

DINHANE, F. C. R., **PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE PAINÉIS DE MDP (MEDIUM DENSITY PARTICLEBOARD) CONSTITUÍDO DE BAMBU E FIBRA DE COCO**. 100pg. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) -, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo, 2014.

ELEOTÉRIO, J. R. **Propriedades físicas e mecânicas de painéis MDF de diferentes densidades e teores de resina**. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeira) Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

EUGÊNIO, R. A. P.I. **Painéis de médium density fiberboard produzidos com adesivo alternativo** – Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp-Bauru 2016 126 p.
EMBRAPA relatório 2014 Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda – em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto/> acesso em junho 2018.

FONTENELE, R. E. S. **Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado Atual e Perspectivas Futuras**. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial: anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. p. 1-20.
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Tendencias y perspectivas del sector forestal em América latina y el Caribe**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 28 de junho 2016.

FERRAZ, JOANA MENDES. **Produção e propriedades de painéis de fibra de coco verde (Cocos nucifera L.) em mistura com cimento Portland**. 2011. 78 f. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

GARCIA-ESTEBAN, L.; GUINDEO-CASASÚS, A.; PERAZA-ORAMAS, C.; PALACIOS DE PALACIOS, P. **La madera y sus Tecnologias**. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 2002.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da Madeira**. Bauru, 2000. 242p.
INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ - **Relatório Anuário Estatístico da IBÁ - Ano base 2015**. Brasília 2016, 80p.

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

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

KATSUKAKE, A. **Uma revisão sobre a resina ureia-formaldeído (R-UF) empregada na produção de painéis de madeira reconstituída**. Trabalho de Conclusão de Curso. 2009 – Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo, Bauru, 2009.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing**. San Francisco: Miller Freeman Inc., 1993, 681p.

MARINHO, N. P., **CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS DO BAMBU (*Dendrocalamus giganteus*) E POTENCIAL DE APLICAÇÃO EM PAINÉIS DE FIBRA DE MÉDIA DENSIDADE (MDF)**. 2012. 144p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; FIGUEIREDO, M. C. B.; VERAS, L. G. C. **Processamento da casca de coco verde para a produção de pó e fibra**. Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture, v. 53, p. 85-88, 2011.
MAYO S, CHEN F, EVANS R. **Micron-scale 3D imaging of wood and plant microstructure using high-resolution X-ray phase-contrast microtomography**. *Journal of Structural Biology* 2010; 171(2):182-188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsb.2010.04.001>

MACHADO, Alisson Rocha et al. **Teoria da usinagem dos materiais**. São Paulo: Blucher, p.371, 1^o edição, 2009.

MACIEL, A. da S. **Chapas de partículas aglomeradas de madeira de *Pinus elliottii* ou *Eucalyptus grandis*, em mistura com poliestireno e polietileno tereftalato**. 2001, 115p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 14 ed., Piracicaba-SP, 2001. 477p.

PASSOS, P. R. DE A. **Destinação Sustentável de Cascas de Coco (*Cocos nucifera*) Verde: Obtenção de Telhas e Chapas de Partículas**. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE- Doutor em Ciências em Planejamento Energético. 166 p. Rio de Janeiro- RJ. 2005

SURDI, G. P.; JR, G. B.; CASTRO, V. R.; MENDES, R. F.; ALMEIDA, N. F.; TOMAZELLO FILHO, M.; **Relação entre Perfil de densidade e ligação Interna de**

Painéis OSB de *Pinus spp.* Floresta e Ambiente, p. 9; jul./Set.; 21(3):349-357; 2014.

SIQUEIRA KP. **Variabilidade da massa específica de *Pinus taeda* L. em diferentes classes de sítio.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais); Universidade Federal do Parana; Curitiba, 2004.

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

APÊNDICE A – Dados Densidade

Densidade													
Euca (E) 100%													
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m ³
Ch 1	P 5	CP 1	50,14	50,16	49,98	50,08	12,01	12,00	11,95	12,03	12,02	21,78	723,27
	P 8	CP 2	50,14	50,11	50,05	50,17	12,11	12,13	12,07	12,09	12,18	22,82	749,86
Ch 2	P 5	CP 3	50,16	50,19	50,03	50,01	11,94	11,94	11,97	12,01	12,03	20,71	688,91
	P 8	CP 4	49,91	50,17	50,09	50,14	12,04	12,02	12,07	12,03	12,09	23,37	773,37
Ch 3	P 5	CP 5	50,09	50,13	49,98	50,05	11,99	11,95	11,92	11,96	12,03	20,75	691,67
	P 8	CP 6	50,13	50,11	50,12	50,12	12,03	12,06	12,08	12,05	12,09	21,14	697,69
Ch 4	P 5	CP 7	50,24	50,26	50,14	50,08	11,95	11,96	11,97	11,93	11,93	20,60	684,72
	P 8	CP 8	50,21	50,20	50,25	50,09	11,96	11,95	12,23	12,21	12,11	20,39	669,47
Ch 5	P 5	CP 9	50,27	50,27	50,11	50,14	11,92	12,03	11,99	11,92	12,01	20,89	692,37
	P 8	CP 10	50,22	50,27	50,25	50,14	11,96	11,93	11,99	12,03	12,03	20,77	686,97

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

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

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

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

Ch = Chapa

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

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

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

Resultados Euca (E) 100%	
Máximo	773,37
Média	705,83
Mínima	669,47
Desvio Padrão	32,77

Densidade

		Euca (E) 80% + Coco (C) 20%											
Panel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m ³
Ch 1	P 5	CP 1	50,03	50,07	50,18	50,10	12,01	12,02	12,07	12,07	12,06	20,68	684,10
	P 8	CP 2	50,03	50,13	50,13	50,14	12,11	12,07	12,06	12,08	12,08	21,17	697,99
Ch 2	P 5	CP 3	50,16	50,08	50,02	50,03	12,05	11,98	11,95	12,07	12,08	21,49	712,72
	P 8	CP 4	50,00	50,07	50,00	50,20	12,10	12,09	12,11	12,09	12,10	20,55	677,62
Ch 3	P 5	CP 5	50,14	50,07	49,95	50,05	12,18	12,07	12,03	12,15	12,17	21,66	713,35
	P 8	CP 6	50,08	50,03	49,90	50,07	12,18	12,16	12,20	12,18	12,20	20,32	666,57
Ch 4	P 5	CP 7	50,11	50,07	49,94	49,90	12,03	12,01	12,07	12,10	12,09	24,16	801,17
	P 8	CP 8	50,09	49,90	50,00	49,92	12,14	12,28	12,25	12,20	12,24	22,24	728,52
Ch 5	P 5	CP 9	50,09	50,12	50,02	49,92	12,15	12,12	12,04	12,13	12,15	21,89	721,48
	P 8	CP 10	49,98	50,01	49,98	49,89	12,36	12,15	12,14	12,35	12,25	20,90	683,41

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

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

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

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

Ch = Chapa

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

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

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

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20%	
Máximo	801,17
Média	708,69
Mínima	666,57
Desvio Padrão	38,36

		Densidade											
		Euca (E) 60% + Coco (C) 40%											
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m ³
Ch 1	P 5	CP 1	50,18	50,03	50,11	50,16	12,20	12,25	12,18	12,13	12,19	21,60	705,39
	P 8	CP 2	50,04	50,18	50,06	50,12	12,28	12,28	12,26	12,26	12,28	22,21	721,04
Ch 2	P 5	CP 3	50,19	50,22	50,08	50,01	12,12	12,20	12,20	12,14	12,19	22,19	725,70
	P 8	CP 4	49,95	49,97	50,10	50,05	12,35	12,35	12,47	12,42	12,40	22,92	738,96
Ch 3	P 5	CP 5	50,14	50,01	50,15	50,14	12,10	12,10	12,16	12,11	12,14	21,39	702,73
	P 8	CP 6	50,08	50,01	50,07	50,13	12,19	12,36	12,36	12,26	12,30	23,12	750,06
Ch 4	P 5	CP 7	49,95	50,07	50,01	50,13	12,17	12,11	12,13	12,11	12,15	21,51	707,95
	P 8	CP 8	50,04	50,07	50,02	50,03	12,21	12,18	12,29	12,26	12,28	21,64	705,83
Ch 5	P 5	CP 9	50,11	50,09	49,99	49,95	12,27	12,20	12,30	12,19	12,22	20,91	682,60
	P 8	CP 10	50,16	50,10	50,00	50,09	12,43	12,37	12,41	12,46	12,46	23,24	745,50

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

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

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

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

Ch = Chapa

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

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

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

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40%	
Máximo	750,06
Média	718,58
Mínima	682,60
Desvio Padrão	21,56

Densidade

Painel	Posição	Corpo de Prova	Euca (E) 40% + Coco (C) 60%										
			Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m ³
Ch 1	P 5	CP 1	50,05	50,08	50,07	50,06	12,74	12,78	12,71	12,70	12,75	24,43	765,28
	P 8	CP 2	50,11	50,08	50,14	50,07	12,76	12,86	12,87	12,82	12,84	23,56	731,60
Ch 2	P 5	CP 3	50,02	50,06	50,14	50,21	12,65	12,63	12,65	12,73	12,73	25,29	794,50
	P 8	CP 4	50,10	50,08	49,99	50,10	12,78	12,81	12,83	12,83	12,83	23,99	746,73
Ch 3	P 5	CP 5	50,10	49,97	50,07	50,17	12,73	12,79	12,69	12,61	12,71	23,92	750,70
	P 8	CP 6	50,20	50,16	50,03	50,13	12,71	12,94	12,94	12,72	12,83	24,12	748,21
Ch 4	P 5	CP 7	50,02	50,08	49,97	50,08	12,72	12,67	12,64	12,70	12,74	24,31	764,88
	P 8	CP 8	50,16	50,07	50,22	50,13	12,70	12,73	12,68	12,63	12,71	22,35	700,42
Ch 5	P 5	CP 9	50,10	50,12	49,99	50,03	12,42	12,40	12,36	12,42	12,44	23,09	742,58
	P 8	CP 10	50,09	50,18	50,05	50,16	12,74	12,50	12,51	12,73	12,57	22,24	702,10

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

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

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

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

Ch = Chapa

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

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

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

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60%	
Máximo	794,50
Média	744,70
Mínima	700,42
Desvio Padrão	28,51

Densidade

Painel	Posição	Corpo de Prova	Comercial										Massa [g]	Densidade kg/m ³
			Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]			
Ch 1	P 5	CP 1	50,08	50,03	50,13	50,09	12,24	12,23	12,24	12,24	12,26	21,40	696,93	
	P 8	CP 2	50,16	50,14	50,26	50,18	12,24	12,24	12,24	12,25	12,28	21,60	700,12	
Ch 2	P 5	CP 3	50,17	50,16	50,21	50,22	12,28	12,27	12,27	12,30	21,70	701,73		
	P 8	CP 4	50,05	50,07	50,32	50,23	12,21	12,23	12,21	12,23	21,50	699,19		
Ch 3	P 5	CP 5	50,26	50,23	50,34	50,33	12,18	12,19	12,19	12,21	21,70	703,76		
	P 8	CP 6	50,15	50,17	50,12	50,06	12,26	12,25	12,26	12,25	21,60	701,22		
Ch 4	P 5	CP 7	50,04	49,87	50,15	50,04	12,23	12,24	12,22	12,23	21,40	698,88		
	P 8	CP 8	50,20	50,25	50,28	50,29	12,26	12,26	12,25	12,24	21,90	707,52		
Ch 5	P 5	CP 9	50,10	50,13	50,29	50,21	12,24	12,25	12,25	12,30	21,50	696,26		
	P 8	CP 10	50,14	50,14	50,04	50,08	12,23	12,25	12,26	12,25	21,50	699,24		

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

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

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

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

Ch = Chapa

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

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

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

Resultados Comercial	
Máximo	707,52
Média	700,48
Mínima	696,26
Desvio Padrão	3,31

Resultados do Ensaio de Densidade

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	773,37	801,17	750,06	794,50	707,52
Média	705,83	708,69	718,58	744,70	700,48
Mínima	669,47	666,57	682,60	700,42	696,26
Desvio Padrão	32,77	38,36	21,56	28,51	3,31

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

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

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

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

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

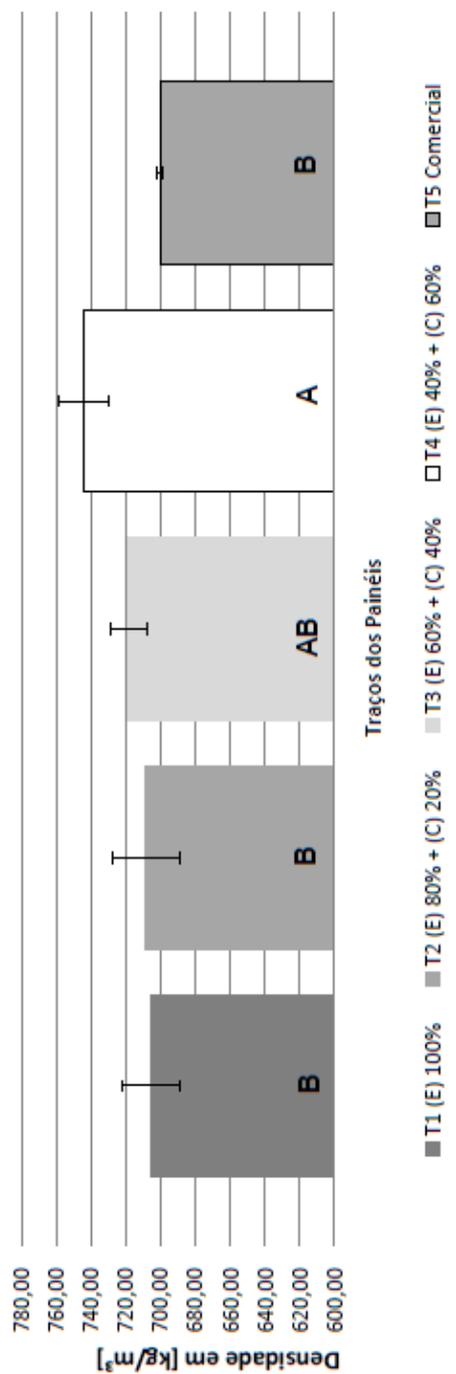
m = é a massa do corpo-de-prova - (Gramas [g])

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

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Resultados Finais dos Painéis na Avaliação de Densidade



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
723,27	684,10	705,39	765,28	696,93
749,86	697,99	721,04	731,60	700,12
688,91	712,72	725,70	794,50	701,73
773,37	677,62	738,96	746,73	699,19
691,67	713,35	702,73	750,70	703,76
697,69	666,57	750,06	748,21	701,22
684,72	801,17	707,95	764,88	698,88
669,47	728,52	705,83	700,42	707,52
692,37	721,48	682,60	742,58	696,26
686,97	683,41	745,50	702,10	699,24

Análise Variância para Densidade

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	7058,291042	705,8291042	1073,565438
(E) 80% + (C) 20%	10	7086,928816	708,6928816	1471,669683
(E) 60% + (C) 40%	10	7185,753066	718,5753066	464,7702783
(E) 40% + (C) 60%	10	7447,007508	744,7007508	812,771083
Comercial	10	7004,839873	700,4839873	10,95942758

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	12273,62769	4	3068,406923	4,001849626	0,007332534	2,578739
Dentro dos grupos	34503,62318	45	766,7471819			
Total	46777,25088	49				

Análise Tukey para Densidade

Welcome to Minitab, press F1 for help.

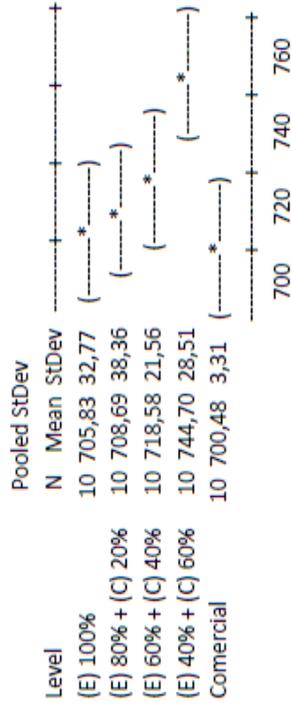
One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 20%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 60%; Comercial

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	12274	3068	4,00	0,007
Error	45	34504	767		
Total	49	46777			

S = 27,69 R-Sq = 26,24% R-Sq(adj) = 19,68%

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 27,69

Grouping Information Using Tukey Method

Traços	N	Mean	Grouping	Grupos
(E) 100%	10	705,83	A	B
(E) 80% + (C) 20%	10	708,69	A B	B
(E) 60% + (C) 40%	10	718,58	B	B
(E) 40% + (C) 60%	10	744,70	B	B
Comercial	10	700,48	B	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

APÊNDICE B – Dados Inchamento em Espessura 24h

Inchamento em Espessura 24h					
Euca (E) 100%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	12,15	13,08	7,65
	P 6	CP 2	12,00	12,74	6,17
Ch 2	P 4	CP 3	12,15	13,22	8,81
	P 6	CP 4	11,98	13,09	9,27
Ch 3	P 4	CP 5	12,21	13,08	7,13
	P 6	CP 6	12,04	12,94	7,48
Ch 4	P 4	CP 7	12,08	12,93	7,04
	P 6	CP 8	12,00	12,90	7,50
Ch 5	P 4	CP 9	12,17	13,10	7,64
	P 6	CP 10	12,05	13,08	8,55

Resultados Euca (E) 100%	
Máximo	9,27
Média	7,72
Mínima	6,17
Desvio Padrão	0,92

Ch = Chapa

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

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	12,30	13,55	10,16
	P 6	CP 2	12,13	13,21	8,90
Ch 2	P 4	CP 3	12,21	13,22	8,27
	P 6	CP 4	12,13	13,24	9,15
Ch 3	P 4	CP 5	12,35	13,25	7,29
	P 6	CP 6	12,16	13,14	8,06
Ch 4	P 4	CP 7	12,27	13,31	8,48
	P 6	CP 8	12,15	13,20	8,64
Ch 5	P 4	CP 9	12,23	13,33	8,99
	P 6	CP 10	12,29	13,18	7,24

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20%	
Máximo	10,16
Média	8,52
Mínima	7,24
Desvio Padrão	0,88

Ch = Chapa

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

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	12,39	13,56	9,44
	P 6	CP 2	12,23	13,25	8,34
Ch 2	P 4	CP 3	12,36	13,48	9,06
	P 6	CP 4	12,26	13,24	7,99
Ch 3	P 4	CP 5	12,30	13,40	8,94
	P 6	CP 6	12,19	13,30	9,11
Ch 4	P 4	CP 7	12,27	13,33	8,64
	P 6	CP 8	12,25	13,51	10,29
Ch 5	P 4	CP 9	12,38	13,45	8,64
	P 6	CP 10	12,30	13,44	9,27

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40%	
Máximo	10,29
Média	8,97
Mínima	7,99
Desvio Padrão	0,64

Ch = Chapa

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

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	13,02	14,52	11,52
	P 6	CP 2	12,82	14,31	11,62
Ch 2	P 4	CP 3	12,87	14,51	12,74
	P 6	CP 4	12,71	13,96	9,83
Ch 3	P 4	CP 5	12,93	13,98	8,12
	P 6	CP 6	12,73	13,95	9,58
Ch 4	P 4	CP 7	12,94	13,99	8,11
	P 6	CP 8	12,71	13,70	7,79
Ch 5	P 4	CP 9	12,60	13,74	9,05
	P 6	CP 10	12,51	13,75	9,91

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60%	
Máximo	12,74
Média	9,83
Mínima	7,79
Desvio Padrão	1,68

Ch = Chapa

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

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Comercial					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	12,25	13,62	11,18
	P 6	CP 2	12,23	13,28	8,59
Ch 2	P 4	CP 3	12,26	13,36	8,97
	P 6	CP 4	12,27	13,34	8,72
Ch 3	P 4	CP 5	12,22	13,27	8,59
	P 6	CP 6	12,23	13,31	8,83
Ch 4	P 4	CP 7	12,26	13,35	8,89
	P 6	CP 8	12,22	13,27	8,59
Ch 5	P 4	CP 9	12,28	13,39	9,04
	P 6	CP 10	12,27	13,38	9,05

Resultados Comercial	
Máximo	11,18
Média	9,05
Mínima	8,59
Desvio Padrão	0,77

Ch = Chapa

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

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Resultados Finais para o Ensaio de Inchamento espessura 24h

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	9,27	10,16	10,29	12,74	11,18
Média	7,72	8,52	8,97	9,83	9,05
Mínima	6,17	7,24	7,99	7,79	8,59
Desvio Padrão	0,92	0,88	0,64	1,68	0,77

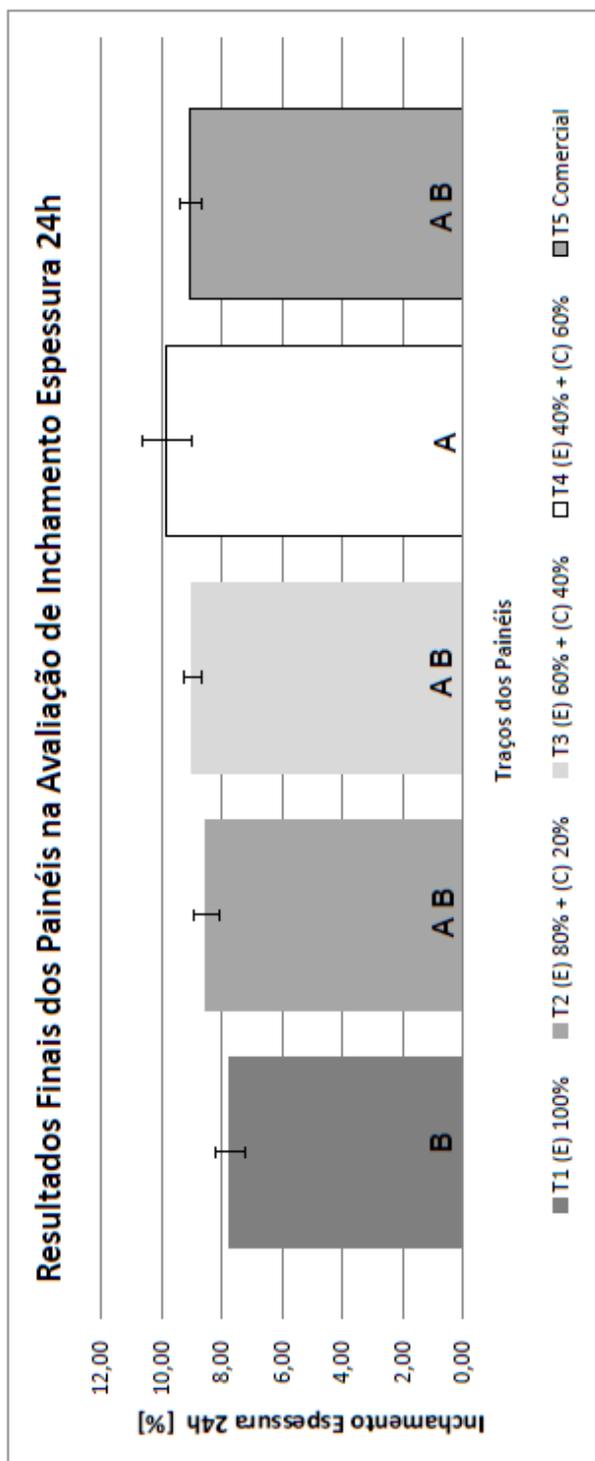
(E) → Eucalipto
(C) → Coco

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

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

I = Inchamento em espessura do C.P. expressa em percentagem [%]
24 Horas = 24h



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
7,65	10,16	9,44	11,52	11,18
6,17	8,90	8,34	11,62	8,59
8,81	8,27	9,06	12,74	8,97
9,27	9,15	7,99	9,83	8,72
7,13	7,29	8,94	8,12	8,59
7,48	8,06	9,11	9,58	8,83
7,04	8,48	8,64	8,11	8,89
7,50	8,64	10,29	7,79	8,59
7,64	8,99	8,64	9,05	9,04
8,55	7,24	9,27	9,91	9,05

Análise Variância para Incremento Espessura 24h

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	77,21928827	7,721928827	0,845193356
(E) 80% + (C) 20%	10	85,18944955	8,518944955	0,768021532
(E) 60% + (C) 40%	10	89,72306003	8,972306003	0,404249751
(E) 40% + (C) 60%	10	98,28830686	9,828830686	2,807322187
Comercial	10	90,453774	9,0453774	0,597227402

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	23,88094072	4	5,970235179	5,505551007	0,001075	2,578739
Dentro dos grupos	48,79812806	45	1,084402846			
Total	72,67906878	49				

APÊNDICE C – Dados Absorção de Água 24h

Absorção de Água 24h					
Euca (E) 100%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	21,62	26,81	24,01
	P 6	CP 2	22,28	27,51	23,47
Ch 2	P 4	CP 3	20,39	26,24	28,69
	P 6	CP 4	21,45	27,27	27,13
Ch 3	P 4	CP 5	22,07	28,49	29,09
	P 6	CP 6	20,57	26,49	28,78
Ch 4	P 4	CP 7	21,73	27,85	28,16
	P 6	CP 8	21,74	28,14	29,44
Ch 5	P 4	CP 9	22,44	28,05	25,00
	P 6	CP 10	20,61	26,47	28,43

Resultados Euca (E) 100%	
Máximo	29,44
Média	27,22
Mínima	23,47
Desvio Padrão	2,23

Ch = Chapa

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

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Absorção de Água 24h					
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	21,28	27,58	29,61
	P 6	CP 2	20,63	27,62	33,88
Ch 2	P 4	CP 3	22,62	29,22	29,18
	P 6	CP 4	20,56	27,16	32,10
Ch 3	P 4	CP 5	22,43	28,09	25,23
	P 6	CP 6	21,47	28,20	31,35
Ch 4	P 4	CP 7	25,04	31,87	27,28
	P 6	CP 8	25,95	32,41	24,89
Ch 5	P 4	CP 9	22,21	28,47	28,19
	P 6	CP 10	22,89	28,76	25,64

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20%	
Máximo	33,88
Média	28,73
Mínima	24,89
Desvio Padrão	3,07

Ch = Chapa

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

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Absorção de Água 24h					
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	21,17	27,39	29,38
	P 6	CP 2	21,46	27,38	27,59
Ch 2	P 4	CP 3	21,99	29,31	33,29
	P 6	CP 4	23,24	29,24	25,82
Ch 3	P 4	CP 5	21,63	28,36	31,11
	P 6	CP 6	21,21	27,31	28,76
Ch 4	P 4	CP 7	22,59	28,71	27,09
	P 6	CP 8	22,57	30,49	35,09
Ch 5	P 4	CP 9	21,95	29,41	33,99
	P 6	CP 10	21,64	28,46	31,52

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40%	
Máximo	35,09
Média	30,36
Mínima	25,82
Desvio Padrão	3,14

Ch = Chapa

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

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Absorção de Água 24h					
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	23,98	31,39	30,90
	P 6	CP 2	25,18	32,72	29,94
Ch 2	P 4	CP 3	24,26	31,98	31,82
	P 6	CP 4	24,95	32,59	30,62
Ch 3	P 4	CP 5	24,43	31,21	27,75
	P 6	CP 6	23,70	30,67	29,41
Ch 4	P 4	CP 7	23,73	30,01	26,46
	P 6	CP 8	24,81	30,61	23,38
Ch 5	P 4	CP 9	24,03	30,56	27,17
	P 6	CP 10	23,23	30,05	29,36

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60%	
Máximo	31,82
Média	28,68
Mínima	23,38
Desvio Padrão	2,52

Ch = Chapa

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

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Absorção de Água 24h					
Comercial					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	21,70	28,60	31,80
	P 6	CP 2	21,50	28,30	31,63
Ch 2	P 4	CP 3	21,50	29,50	37,21
	P 6	CP 4	21,70	28,70	32,26
Ch 3	P 4	CP 5	21,70	28,20	29,95
	P 6	CP 6	21,50	28,90	34,42
Ch 4	P 4	CP 7	21,40	28,70	34,11
	P 6	CP 8	21,50	28,10	30,70
Ch 5	P 4	CP 9	21,40	28,50	33,18
	P 6	CP 10	21,10	28,00	32,70

Resultados Comercial	
Máximo	37,21
Média	32,80
Mínima	29,95
Desvio Padrão	2,09

Ch = Chapa

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

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

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

24 Horas = 24h

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Resultados do Ensaio de Absorção de Água 24h

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	29,44	33,88	35,09	31,82	37,21
Média	27,22	28,73	30,36	28,68	32,80
Mínima	23,47	24,89	25,82	23,38	29,95
Desvio Padrão	2,23	3,07	3,14	2,52	2,09

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

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

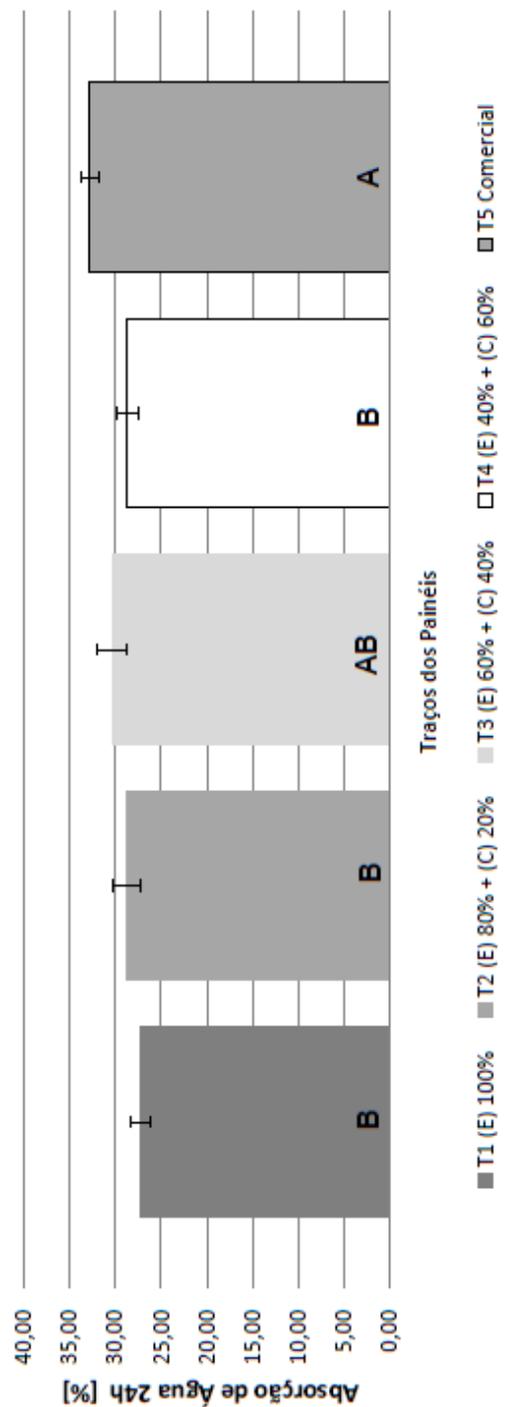
M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

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

24 Horas = 24h

Resultados Finais dos Painéis na Avaliação de Absorção de Água 24h



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
24,01	29,61	29,38	30,90	31,80
23,47	33,88	27,59	29,94	31,63
28,69	29,18	33,29	31,82	37,21
27,13	32,10	25,82	30,62	32,26
29,09	25,23	31,11	27,75	29,95
28,78	31,35	28,76	29,41	34,42
28,16	27,28	27,09	26,46	34,11
29,44	24,89	35,09	23,38	30,70
25,00	28,19	33,99	27,17	33,18
28,43	25,64	31,52	29,36	32,70

Análise Variância para Absorção de Água 24h

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	272,2074085	27,22074085	4,96397914
(E) 80% + (C) 20%	10	287,3472432	28,73472432	9,39910931
(E) 60% + (C) 40%	10	303,6315391	30,36315391	9,837299177
(E) 40% + (C) 60%	10	286,825383	28,6825383	6,368131139
Comercial	10	327,9538464	32,79538464	4,347624773

ANOVA

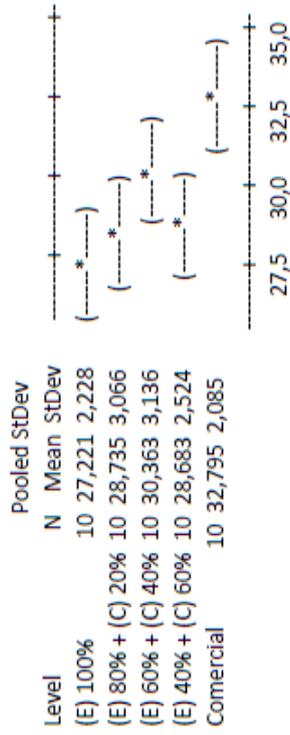
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	180,3591993	4	45,08979981	6,456869981	0,0003402	2,578739
Dentro dos grupos	314,2452919	45	6,983228708			
Total	494,6044911	49				

Analise Tukey para Absorção de Água 24h

Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 60% + (C) 40%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 20%; Comercial

Individual 95% CIs For Mean Based on



S = 2,643 R-Sq = 36,47% R-Sq(adj) = 30,82%

(E) →
(C) →

Eucalipto
Coco

Pooled StDev = 2,643

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
Comercial	10	32,795	A
(E) 60% + (C) 40%	10	30,363	A B
(E) 80% + (C) 20%	10	28,735	B
(E) 40% + (C) 60%	10	28,683	B
(E) 100%	10	27,221	B

Traços	Grupos
(E) 100%	B
(E) 80% + (C) 20%	B
(E) 60% + (C) 40%	A
(E) 40% + (C) 60%	B
Comercial	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

APÊNDICE D – Dados Teor de Umidade

Teor de Umidade					
Euca (E) 100%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	20,89	19,54	6,91
	P 7	CP 2	22,30	20,93	6,55
Ch 2	P 3	CP 3	19,61	18,37	6,75
	P 7	CP 4	22,18	20,81	6,58
Ch 3	P 3	CP 5	22,39	20,98	6,72
	P 7	CP 6	20,91	19,63	6,52
Ch 4	P 3	CP 7	21,63	20,32	6,45
	P 7	CP 8	21,30	19,98	6,61
Ch 5	P 3	CP 9	21,95	20,61	6,50
	P 7	CP 10	20,63	19,32	6,78

Resultados Euca (E) 100%	
Máximo	6,91
Média	6,64
Mínima	6,45
Desvio Padrão	0,15

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Ch = Chapa

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

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

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

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

Teor de Umidade					
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	20,57	19,18	7,25
	P 7	CP 2	20,89	19,44	7,46
Ch 2	P 3	CP 3	22,04	20,57	7,15
	P 7	CP 4	20,74	19,36	7,13
Ch 3	P 3	CP 5	21,87	20,43	7,05
	P 7	CP 6	20,98	19,50	7,59
Ch 4	P 3	CP 7	23,95	22,34	7,21
	P 7	CP 8	25,60	23,92	7,02
Ch 5	P 3	CP 9	21,14	19,61	7,80
	P 7	CP 10	21,85	20,16	8,38

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20%	
Máximo	8,38
Média	7,40
Mínima	7,02
Desvio Padrão	0,43

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Ch = Chapa

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

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

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

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

Teor de Umidade					
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	20,93	19,49	7,39
	P 7	CP 2	23,03	21,57	6,77
Ch 2	P 3	CP 3	20,11	18,79	7,03
	P 7	CP 4	23,34	21,79	7,11
Ch 3	P 3	CP 5	20,13	18,78	7,19
	P 7	CP 6	22,64	21,11	7,25
Ch 4	P 3	CP 7	23,01	21,50	7,02
	P 7	CP 8	22,61	21,09	7,21
Ch 5	P 3	CP 9	20,89	19,44	7,46
	P 7	CP 10	23,08	21,45	7,60

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40%	
Máximo	7,60
Média	7,20
Mínima	6,77
Desvio Padrão	0,24

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Ch = Chapa

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

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

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

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

Teor de Umidade					
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	23,10	21,31	8,40
	P 7	CP 2	24,54	22,65	8,34
Ch 2	P 3	CP 3	22,74	21,02	8,18
	P 7	CP 4	24,75	22,91	8,03
Ch 3	P 3	CP 5	22,31	20,60	8,30
	P 7	CP 6	23,34	21,57	8,21
Ch 4	P 3	CP 7	22,07	20,34	8,51
	P 7	CP 8	23,51	21,66	8,54
Ch 5	P 3	CP 9	24,26	22,44	8,11
	P 7	CP 10	22,27	20,45	8,90

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60%	
Máximo	8,90
Média	8,35
Mínima	8,03
Desvio Padrão	0,25

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Ch = Chapa

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

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

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

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

Teor de Umidade					
Comercial					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	21,70	20,30	6,90
	P 7	CP 2	21,90	20,30	7,88
Ch 2	P 3	CP 3	21,80	20,30	7,39
	P 7	CP 4	21,70	20,30	6,90
Ch 3	P 3	CP 5	21,50	20,00	7,50
	P 7	CP 6	21,40	19,80	8,08
Ch 4	P 3	CP 7	21,80	20,20	7,92
	P 7	CP 8	21,40	20,00	7,00
Ch 5	P 3	CP 9	22,30	20,70	7,73
	P 7	CP 10	21,50	20,30	5,91

Resultados Comercial	
Máximo	8,08
Média	7,32
Mínima	5,91
Desvio Padrão	0,66

Ch = Chapa

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

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

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

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

Resultados do Ensaio de Teor de Umidade

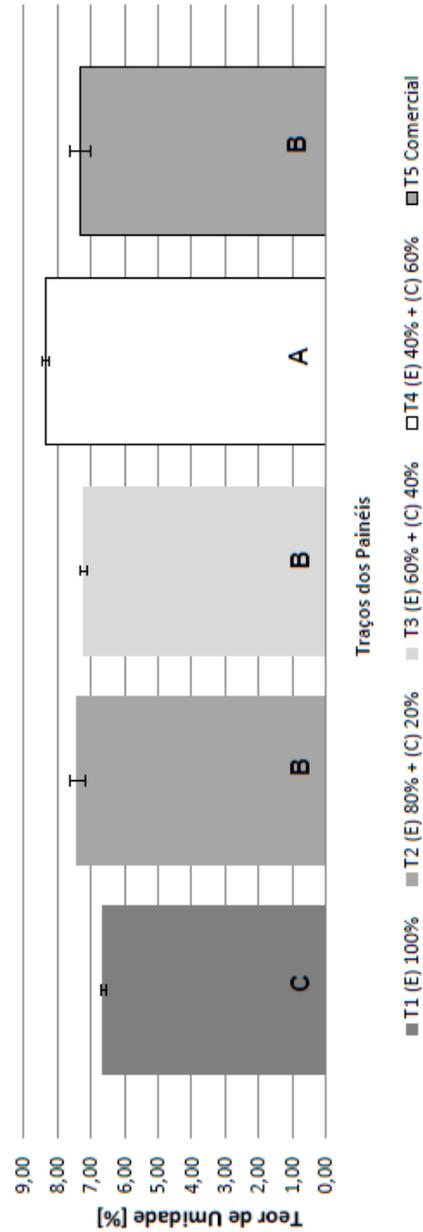
Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	6,91	8,38	7,60	8,90	8,08
Média	6,64	7,40	7,20	8,35	7,32
Mínima	6,45	7,02	6,77	8,03	5,91
Desvio Padrão	0,15	0,43	0,24	0,25	0,66

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

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

MU = massa umida do Corpo de Prova expressa em gramas [g]
MS = massa seca do Corpo de Prova expressa em gramas [g]
U = Umidade residual C.P. expressa em percentagem [%]

Resultados Finais dos Painéis na Avaliação de Teor de Umidade



Traços dos Painéis

■ T1 (E) 100% ■ T2 (E) 80% + (C) 20% ■ T3 (E) 60% + (C) 40% □ T4 (E) 40% + (C) 60% ■ T5 Comercial

(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
6,91	7,25	7,39	8,40	6,90
6,55	7,46	6,77	8,34	7,88
6,75	7,15	7,03	8,18	7,39
6,58	7,13	7,11	8,03	6,90
6,72	7,05	7,19	8,30	7,50
6,52	7,59	7,25	8,21	8,08
6,45	7,21	7,02	8,51	7,92
6,61	7,02	7,21	8,54	7,00
6,50	7,80	7,46	8,11	7,73
6,78	8,38	7,60	8,90	5,91

Análise Variância para Teor de Umidade

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	66,36505413	6,636505413	0,021609956
(E) 80% + (C) 20%	10	74,03390427	7,403390427	0,181289502
(E) 60% + (C) 40%	10	72,02005918	7,202005918	0,057733069
(E) 40% + (C) 60%	10	83,52187602	8,352187602	0,063931584
Comercial	10	73,20643822	7,320643822	0,433953464

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-p	F crítico
Entre grupos	15,33641683	4	3,834104208	25,27366758	0,0000000001	2,578739
Dentro dos grupos	6,826658173	45	0,151703515			
Total	22,16307501	49				

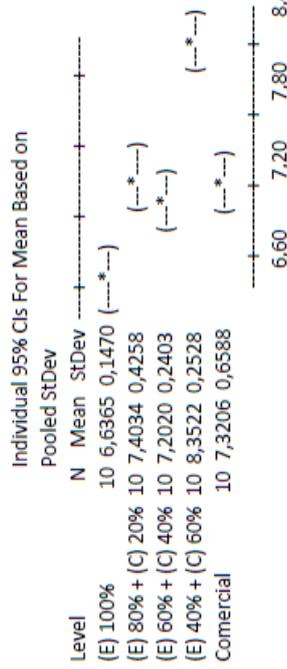
Análise Tukey para Teor de Umidade

Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 20%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 60%; Comercial

Source DF SS MS F P
 Factor 4 15,336 3,834 25,27 0,000
 Error 45 6,827 0,152
 Total 49 22,163
 S = 0,3895 R-Sq = 69,20% R-Sq(adj) = 66,46%

(E) → Eucalipto
 (C) → Coco



Grouping Information Using Tukey Method

Level	N	Mean	Grouping
(E) 40% + (C) 60%	10	8,3522	A
(E) 80% + (C) 20%	10	7,4034	B
Comercial	10	7,3206	B
(E) 60% + (C) 40%	10	7,2020	B
(E) 100%	10	6,6365	C

Traços	Grupos
(E) 100%	C
(E) 80% + (C) 20%	B
(E) 60% + (C) 40%	B
(E) 40% + (C) 60%	A
Comercial	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
 All Pairwise Comparisons

Individual confidence level = 99,33%

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

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Euca (E) 100%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,02	12,00
	P 9	CP 2	49,92	12,23
Ch 2	P 2	CP 3	50,03	12,09
	P 9	CP 4	50,00	12,29
Ch 3	P 2	CP 5	50,00	11,97
	P 9	CP 6	49,95	12,35
Ch 4	P 2	CP 7	50,14	12,04
	P 9	CP 8	49,93	12,24
Ch 5	P 2	CP 9	50,10	12,03
	P 9	CP 10	49,98	12,27

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

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

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,01	12,12
	P 9	CP 2	50,01	12,23
Ch 2	P 2	CP 3	50,03	12,06
	P 9	CP 4	49,9	12,34
Ch 3	P 2	CP 5	50	12,16
	P 9	CP 6	49,77	12,45
Ch 4	P 2	CP 7	49,97	12,25
	P 9	CP 8	49,85	12,35
Ch 5	P 2	CP 9	50,02	12,27
	P 9	CP 10	49,95	12,47

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

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

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,03	12,17
	P 9	CP 2	50,01	12,35
Ch 2	P 2	CP 3	49,92	12,24
	P 9	CP 4	49,90	12,55
Ch 3	P 2	CP 5	50,05	12,23
	P 9	CP 6	50,01	12,38
Ch 4	P 2	CP 7	50,00	12,22
	P 9	CP 8	50,01	12,58
Ch 5	P 2	CP 9	50,02	12,42
	P 9	CP 10	50,04	12,46

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

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

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,06	12,71
	P 9	CP 2	49,89	12,98
Ch 2	P 2	CP 3	50,06	12,74
	P 9	CP 4	49,99	13,16
Ch 3	P 2	CP 5	50,08	12,78
	P 9	CP 6	49,99	13,11
Ch 4	P 2	CP 7	50,05	12,75
	P 9	CP 8	49,93	12,83
Ch 5	P 2	CP 9	50,02	12,59
	P 9	CP 10	50,09	12,92

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

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

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade

Comercial						
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]	MOR [Mpa]	MOE [Mpa]
Ch 1	P 2	CP 1	50,25	12,31	34,20	3524,07
	P 9	CP 2	50,18	12,29	34,34	3562,05
Ch 2	P 2	CP 3	50,23	12,25	34,86	3618,92
	P 9	CP 4	50,26	12,27	33,33	3520,09
Ch 3	P 2	CP 5	50,27	12,23	33,54	3368,17
	P 9	CP 6	50,21	12,25	33,21	3530,79
Ch 4	P 2	CP 7	50,19	12,22	34,18	3336,65
	P 9	CP 8	50,24	12,21	33,86	3441,98
Ch 5	P 2	CP 9	50,28	12,24	35,67	3450,50
	P 9	CP 10	50,24	12,25	33,73	3375,83

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

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

Resultado - $[N/mm^2] = Mpa$

Para este ensaio foi utilizado o relatório nº 0240 oriundo da minha dissertação de mestrado e que contém 12 amostras em vez de 10, sendo aproveitado o resultado das 10 primeiras amostras, recalculados o que difere um pouco do resultado apresentado em relatório nº 0240

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Resultados Comercial MOR

Máximo	35,67
Média	34,09
Mínima	33,21
Desvio Padrão	0,75

Resultados Comercial MOE

Máximo	3618,92
Média	3472,91
Mínima	3336,65
Desvio Padrão	93,02

Flexão e Módulo de Elasticidade

Euca (E) 100%				
Painel	Posição Reserva	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P. R. 1	CP 1	49,93	12,26
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,02	12,41
Ch 3	P. R. 1	CP 3	49,89	12,23
Ch 4	P. R. 1	CP 4	50,04	12,09
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,07	12,01
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,01	12,08
Ch 2	P. R. 1	CP 2	49,68	12,12
Ch 3	P. R. 1	CP 3	49,85	12,16
Ch 4	P. R. 1	CP 4	49,73	12,17
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,04	12,27
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	49,81	12,23
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,01	12,40
Ch 3	P. R. 1	CP 3	49,90	12,29
Ch 4	P. R. 1	CP 4	50,03	12,43
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,05	12,52
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	49,86	12,89
Ch 2	P. R. 1	CP 2	49,83	12,75
Ch 3	P. R. 1	CP 3	49,93	12,95
Ch 4	P. R. 1	CP 4	50,07	12,60
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,01	13,07

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

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

P.R 1 = Posição Reserva

Ch = Chapa

Resultados do Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	30,45	29,21	21,95	15,91	35,67
Média	23,16	19,09	16,66	11,99	34,09
Mínima	16,30	13,48	12,91	9,23	33,21
Desvio Padrão	4,31	5,28	3,17	2,10	0,75

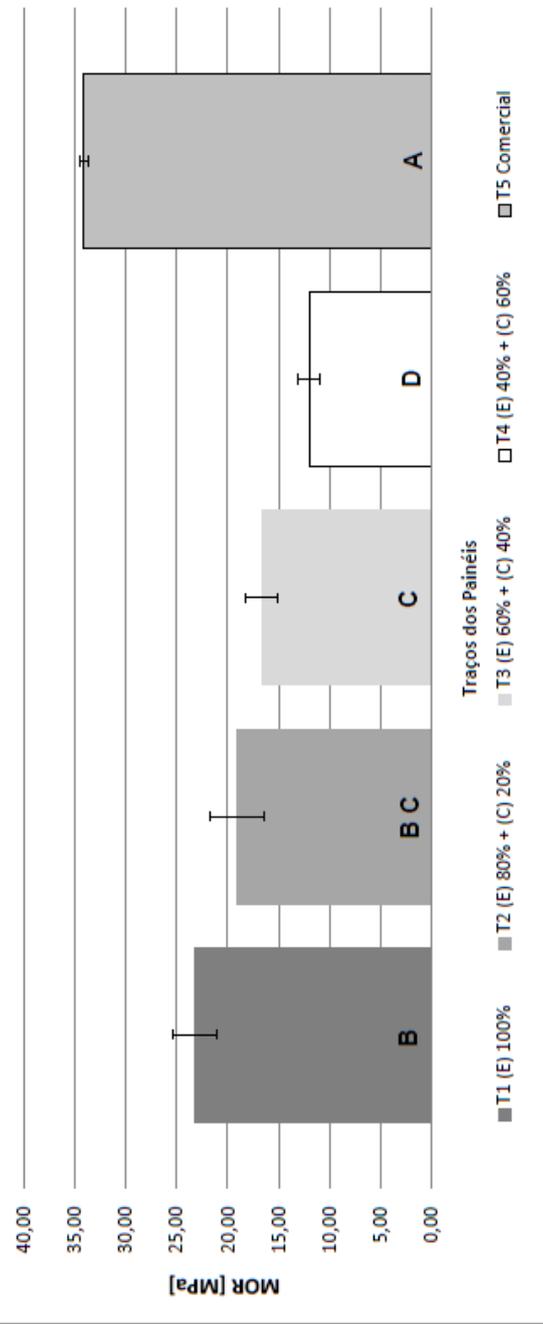
(E) → Eucalipto

Resultado - $[N/mm^2] = Mpa$

(C) → Coco

O resultado no relatório da maquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

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



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
24,39	20,02	14,13	15,91	34,20
30,45	14,73	15,19	9,27	34,34
19,86	17,93	17,27	12,34	34,86
25,43	13,68	21,95	12,19	33,33
23,58	20,98	18,36	11,91	33,54
16,30	14,89	21,70	12,10	33,21
23,74	29,21	12,91	14,76	34,18
26,44	25,70	15,10	9,23	33,86
24,30	20,32	13,74	11,18	35,67
17,09	13,48	16,19	11,03	33,73

Análise Variância para o Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	231,58	23,158	18,57501778
(E) 80% + (C) 20%	10	190,94	19,094	27,86573778
(E) 60% + (C) 40%	10	166,54	16,654	10,05029333
(E) 40% + (C) 60%	10	119,92	11,992	4,423773333
Comercial	10	340,92	34,092	0,556551111

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2797,22024	4	699,30506	56,88054635	0,0000000000	2,578739
Dentro dos grupos	553,24236	45	12,29427467			
Total	3350,4626	49				

Análise Tukey para o Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática
 Welcome to Minitab, press F1 for help.

(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C); (E) 60% + (C); (E) 40% + (C); Comercial

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	2797,2	699,3	56,88	0,000
Error	45	553,2	12,3		
Total	49	3350,5			

S = 3,506 R-Sq = 83,49% R-Sq(adj) = 82,02%



Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
Comercial	10	34,092	A
(E) 100%	10	23,158	B
(E) 80% + (C) 20%	10	19,094	B C
(E) 60% + (C) 40%	10	16,654	C
(E) 40% + (C) 60%	10	11,992	D

Pooled StDev = 3,506

Traços	Grupos	
(E) 100%	B	
(E) 80% + (C) 20%	B	C
(E) 60% + (C) 40%		C
(E) 40% + (C) 60%		D
Comercial	A	

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

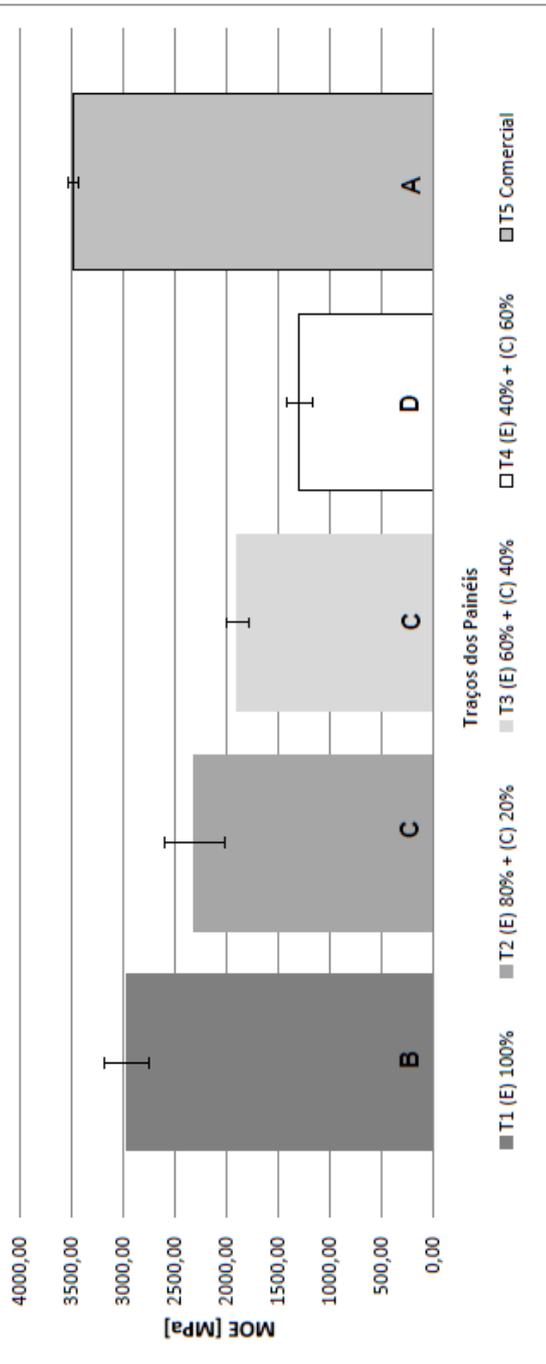
Resultados do Módulo de elasticidade (MOE) na Flexão Estática

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	3574,00	3317,00	2215,00	1577,00	3618,92
Média	2958,00	2303,00	1890,00	1290,00	3472,91
Mínima	2282,00	1624,00	1568,00	954,40	3336,65
Desvio Padrão	421,40	579,40	209,30	236,60	93,02

(E) → Eucalipto Resultado - [N/mm²] = Mpa

(C) → Coco O resultado no relatório da maquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

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



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
2960,15	2334,55	1915,98	1548,37	3524,07
3574,43	2008,20	1730,58	997,94	3562,05
2636,91	2148,98	1977,18	1576,65	3618,92
3269,09	1624,00	2185,07	1339,23	3520,09
3203,31	2381,08	1991,23	1341,78	3368,17
2281,80	1706,90	2215,35	1377,80	3530,79
2976,70	3317,45	1568,08	1496,68	3336,65
3274,50	3188,31	1756,75	954,37	3441,98
3067,67	2500,13	1702,89	1292,75	3450,50
2334,66	1817,77	1859,46	971,59	3375,83

Análise Variância para o Módulo de elasticidade (MOE) na Flexão Estática

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	29579,22	2957,922	177599,1026
(E) 80% + (C) 20%	10	23027,37	2302,737	335698,6218
(E) 60% + (C) 40%	10	18902,57	1890,257	43798,52462
(E) 40% + (C) 60%	10	12897,16	1289,716	55976,85863
Comercial	10	34729,05	3472,905	8653,211828

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	29629355,05	4	7407338,762	59,57073499	0,0000000000	2,578739
Dentro dos grupos	5595536,875	45	124345,2639			
Total	35224891,92	49				

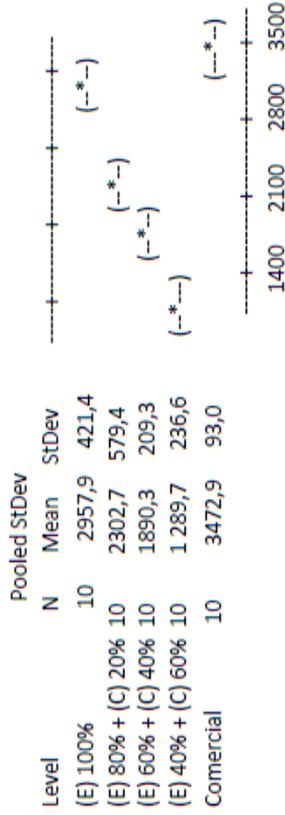
Análise Tukey para o Módulo de elasticidade (MOE) na Flexão Estática
 One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 60% + (C) 40%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 60%; Comercial

(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	29629355	7407339	59,57	0,000
Error	45	5595537	124345		
Total	49	35224892			

S = 352,6 R-Sq = 84,11% R-Sq(adj) = 82,70%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 352,6

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
Comercial	10	3472,9	A
(E) 100%	10	2957,9	B
(E) 80% + (C) 20%	10	2302,7	C
(E) 60% + (C) 40%	10	1890,3	C
(E) 40% + (C) 60%	10	1289,7	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Traços	Grupos
(E) 100%	B
(E) 80% + (C) 20%	C
(E) 60% + (C) 40%	C
(E) 40% + (C) 60%	D
Comercial	A

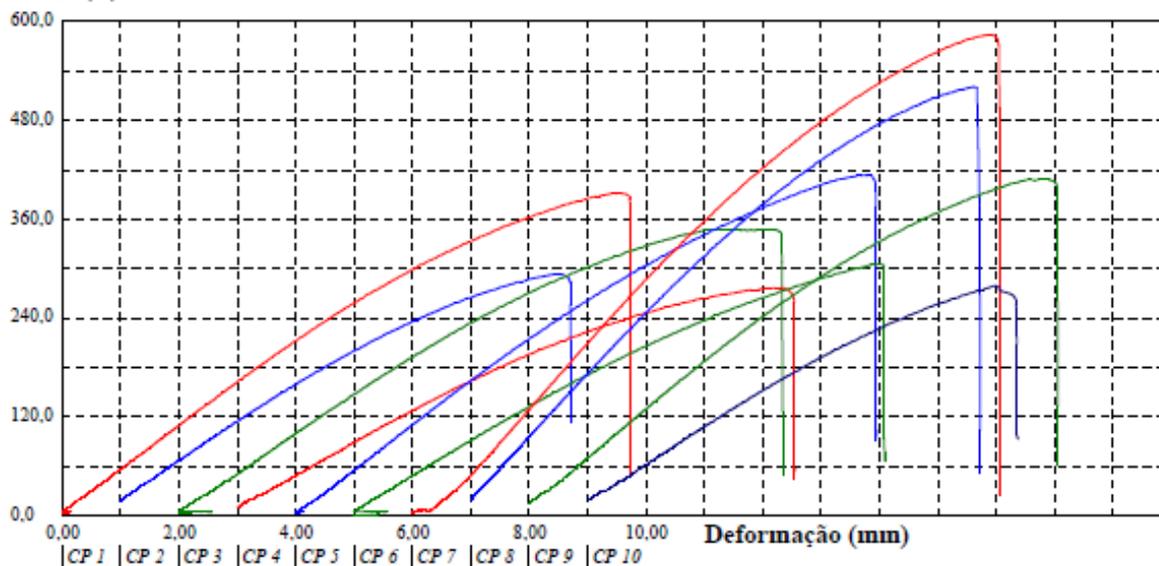
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **29/01/2018** Hora: **10:32:35** Trabalho n° **3135**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Marcus Doutorado Flexão estática NBR15316-2-2015**
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>>>> Material: **Painel MDF** Traço: **80%Euca+20%coco** Projeto Pesquisa: **Doutorado Marcus**

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	12,12	50,01	300,00	7	392,21	20,02	2334,55
CP 2	12,23	50,01	300,00	7	293,81	14,73	2008,20
CP 3	12,06	50,03	300,00	7	347,86	17,93	2148,98
CP 4	12,34	49,90	300,00	7	277,18	13,68	1624,00
CP 5	12,16	50,00	300,00	7	413,69	20,98	2381,08
CP 6	12,45	49,77	300,00	7	306,28	14,89	1706,90
CP 7	12,25	49,97	300,00	7	584,15	29,21	3317,45
CP 8	12,35	49,85	300,00	7	521,09	25,70	3188,31
CP 9	12,27	50,02	300,00	7	408,14	20,32	2500,13
CP 10	12,47	49,95	300,00	7	279,26	13,48	1817,77
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	12,27	49,95	300,0	7,000	382,4	19,09	2303
Desv. Padrão	0,1352	0,08582	0,0000	0,0000	104,5	5,280	579,4
Coef. Var.(%)	1,102	0,1718	0,0000	0,0000	27,32	27,65	25,16
Mínimo	12,06	49,77	300,0	7,000	277,2	13,48	1624
Máximo	12,47	50,03	300,0	7,000	584,2	29,21	3317

Força (N)



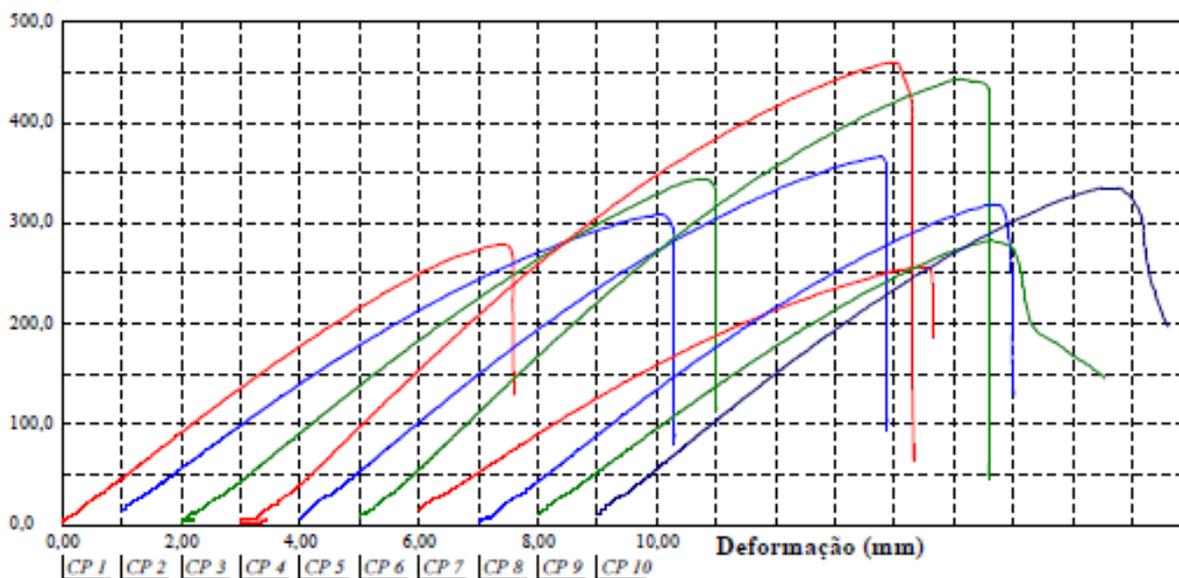
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **29/01/2018** Hora: **11:10:20** Trabalho n° **3137**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Marcus Doutorado Flexão estática NBR15316-2-2015**
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>>>> Material: **Painel MDF** Traço: **60%Euca+40%coco** Projeto Pesquisa: **Doutorado Marcus**

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	12,17	50,03	280,00	7	279,26	14,13	1915,98
CP 2	12,35	50,01	280,00	7	309,05	15,19	1730,58
CP 3	12,24	49,92	280,00	7	344,39	17,27	1977,18
CP 4	12,55	49,90	280,00	7	460,11	21,95	2185,07
CP 5	12,23	50,05	280,00	7	366,57	18,36	1991,23
CP 6	12,38	50,01	280,00	7	443,48	21,70	2215,35
CP 7	12,22	50,00	280,00	7	257,08	12,91	1568,08
CP 8	12,58	50,01	280,00	7	318,75	15,10	1756,75
CP 9	12,42	50,02	280,00	7	282,72	13,74	1702,89
CP 10	12,46	50,04	280,00	7	335,38	16,19	1859,46
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	12,36	50,00	280,0	7,000	339,7	16,66	1890
Desv.Padrão	0,1436	0,04954	0,0000	0,0000	67,61	3,170	209,3
Coef.Var.(%)	1,162	0,09909	0,0000	0,0000	19,90	19,03	11,07
Mínimo	12,17	49,90	280,0	7,000	257,1	12,91	1568
Máximo	12,58	50,05	280,0	7,000	460,1	21,95	2215

Força (N)



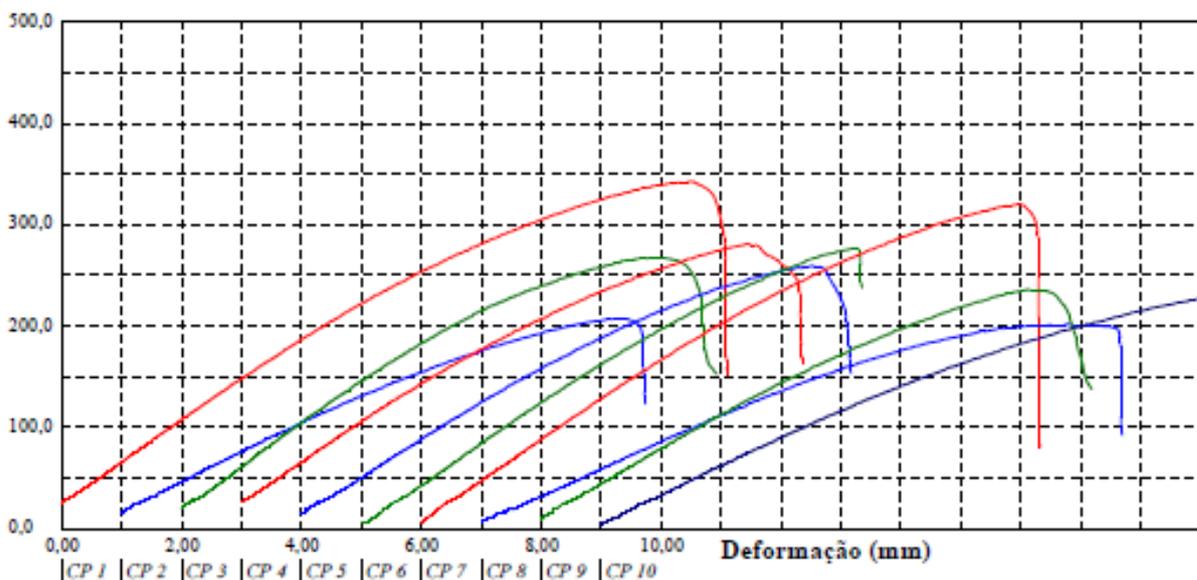
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Maquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **29/01/2018** Hora: **11:31:21** Trabalho n° **3138**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Marcus Doutorado Flexão estática NBR15316-2-2015**
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>> Material: **Painel MDF** Traço: **40%Euca+60%coco** Projeto Pesquisa: **Doutorado Marcus**

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	12,71	50,06	280,00	7	343,01	15,91	1548,37
CP 2	12,98	49,89	280,00	7	207,88	9,27	997,94
CP 3	12,74	50,06	280,00	7	267,48	12,34	1576,65
CP 4	13,16	49,99	280,00	7	281,34	12,19	1339,23
CP 5	12,78	50,08	280,00	7	259,85	11,91	1341,78
CP 6	13,11	49,99	280,00	7	277,18	12,10	1377,80
CP 7	12,75	50,05	280,00	7	320,14	14,76	1496,68
CP 8	12,83	49,93	280,00	7	202,34	9,23	954,37
CP 9	12,59	50,02	280,00	7	236,29	11,18	1292,75
CP 10	12,92	50,09	280,00	7	246,00	11,03	971,59
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	12,86	50,02	280,0	7,000	264,2	11,99	1290
Desv.Padrão	0,1825	0,06603	0,0000	0,0000	44,65	2,101	236,6
Coef.Var.(%)	1,419	0,1320	0,0000	0,0000	16,90	17,52	18,34
Mínimo	12,59	49,89	280,0	7,000	202,3	9,232	954,4
Máximo	13,16	50,09	280,0	7,000	343,0	15,91	1577

Força (N)



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

Tração Perpendicular									
Euca (E) 100%									
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm ²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,14	50,16	49,98	50,08	50,15	50,03	2509,00
	P 8	CP 2	50,14	50,11	50,05	50,17	50,13	50,11	2511,76
Ch 2	P 5	CP 3	50,16	50,19	50,03	50,01	50,18	50,02	2509,75
	P 8	CP 4	49,91	50,17	50,09	50,14	50,04	50,12	2507,75
Ch 3	P 5	CP 5	50,09	50,13	49,98	50,05	50,11	50,02	2506,25
	P 8	CP 6	50,13	50,11	50,12	50,12	50,12	50,12	2512,01
Ch 4	P 5	CP 7	50,24	50,26	50,14	50,08	50,25	50,11	2518,03
	P 8	CP 8	50,21	50,20	50,25	50,09	50,21	50,17	2518,78
Ch 5	P 5	CP 9	50,27	50,27	50,11	50,14	50,27	50,13	2519,78
	P 8	CP 10	50,22	50,27	50,25	50,14	50,25	50,20	2522,05

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

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

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

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

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

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

Resultado - [N/mm²] = Mpa

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Tração Perpendicular

		Euca (E) 80% + Coco (C) 20%							
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm ²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,03	50,07	50,18	50,10	50,05	50,14	2509,51
	P 8	CP 2	50,03	50,13	50,13	50,14	50,08	50,14	2510,76
Ch 2	P 5	CP 3	50,16	50,08	50,02	50,03	50,12	50,03	2507,25
	P 8	CP 4	50,00	50,07	50,00	50,20	50,04	50,10	2506,75
Ch 3	P 5	CP 5	50,14	50,07	49,95	50,05	50,11	50,00	2505,25
	P 8	CP 6	50,08	50,03	49,90	50,07	50,06	49,99	2502,00
Ch 4	P 5	CP 7	50,11	50,07	49,94	49,90	50,09	49,92	2500,49
	P 8	CP 8	50,09	49,90	50,00	49,92	50,00	49,96	2497,75
Ch 5	P 5	CP 9	50,09	50,12	50,02	49,92	50,11	49,97	2503,75
	P 8	CP 10	49,98	50,01	49,98	49,89	50,00	49,94	2496,50

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

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

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

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

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

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

Resultado - [N/mm²] = Mpa

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Tração Perpendicular

Painel	Posição	Corpo de Prova	Euca (E) 60% + Coco (C) 40%				Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm ²]
			Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]			
Ch 1	P 5	CP 1	50,18	50,03	50,11	50,16	50,11	50,14	2512,01
	P 8	CP 2	50,04	50,18	50,06	50,12	50,11	50,09	2510,01
Ch 2	P 5	CP 3	50,19	50,22	50,08	50,01	50,21	50,05	2512,51
	P 8	CP 4	49,95	49,97	50,10	50,05	49,96	50,08	2501,75
Ch 3	P 5	CP 5	50,14	50,01	50,15	50,14	50,08	50,15	2511,01
	P 8	CP 6	50,08	50,01	50,07	50,13	50,05	50,10	2507,25
Ch 4	P 5	CP 7	49,95	50,07	50,01	50,13	50,01	50,07	2504,00
	P 8	CP 8	50,04	50,07	50,02	50,03	50,06	50,03	2504,00
Ch 5	P 5	CP 9	50,11	50,09	49,99	49,95	50,10	49,97	2503,50
	P 8	CP 10	50,16	50,10	50,00	50,09	50,13	50,05	2508,76

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

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

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

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

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

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

Resultado - [N/mm²] = Mpa

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Tração Perpendicular

		Euca (E) 40% + Coco (C) 60%							
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm ²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,05	50,08	50,07	50,06	50,07	50,07	2506,50
	P 8	CP 2	50,11	50,08	50,14	50,07	50,10	50,11	2510,01
Ch 2	P 5	CP 3	50,02	50,06	50,14	50,21	50,04	50,18	2510,76
	P 8	CP 4	50,10	50,08	49,99	50,10	50,09	50,05	2506,75
Ch 3	P 5	CP 5	50,10	49,97	50,07	50,17	50,04	50,12	2507,75
	P 8	CP 6	50,20	50,16	50,03	50,13	50,18	50,08	2513,01
Ch 4	P 5	CP 7	50,02	50,08	49,97	50,08	50,05	50,03	2503,75
	P 8	CP 8	50,16	50,07	50,22	50,13	50,12	50,18	2514,52
Ch 5	P 5	CP 9	50,10	50,12	49,99	50,03	50,11	50,01	2506,00
	P 8	CP 10	50,09	50,18	50,05	50,16	50,14	50,11	2512,01

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

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

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

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

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

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

Resultado - [N/mm²] = Mpa

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Tração Perpendicular

Comercial										
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm ²]	TP [Mpa]
Ch 1	P 5	CP 1	50,08	50,03	50,13	50,09	50,06	50,11	2508,26	0,86
	P 8	CP 2	50,16	50,14	50,26	50,18	50,15	50,22	2518,53	0,87
Ch 2	P 5	CP 3	50,17	50,16	50,21	50,22	50,17	50,22	2519,04	0,89
	P 8	CP 4	50,05	50,07	50,32	50,23	50,06	50,28	2516,77	0,87
Ch 3	P 5	CP 5	50,26	50,23	50,34	50,33	50,25	50,34	2529,08	0,91
	P 8	CP 6	50,15	50,17	50,12	50,06	50,16	50,09	2512,51	0,9
Ch 4	P 5	CP 7	50,04	49,87	50,15	50,04	49,96	50,10	2502,50	0,8
	P 8	CP 8	50,20	50,25	50,28	50,29	50,23	50,29	2525,56	0,93
Ch 5	P 5	CP 9	50,10	50,13	50,29	50,21	50,12	50,25	2518,28	0,87
	P 8	CP 10	50,14	50,14	50,04	50,08	50,14	50,06	2510,01	0,85

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

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

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

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

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

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

Resultado - [N/mm²] = Mpa

Para este ensaio foi utilizado o relatório nº 2316 oriundo da minha dissertação de mestrado e que contém 12 amostras em vez de 10, sendo aproveitado o resultado das 10 primeiras amostras, recalculados o que difere um pouco do resultado apresentado em relatório nº 2316

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]

Resultados Comercial	
Máximo	0,93
Média	0,88
Mínima	0,80
Desvio Padrão	0,04

Resultados do Ensaio de Tração Perpendicular

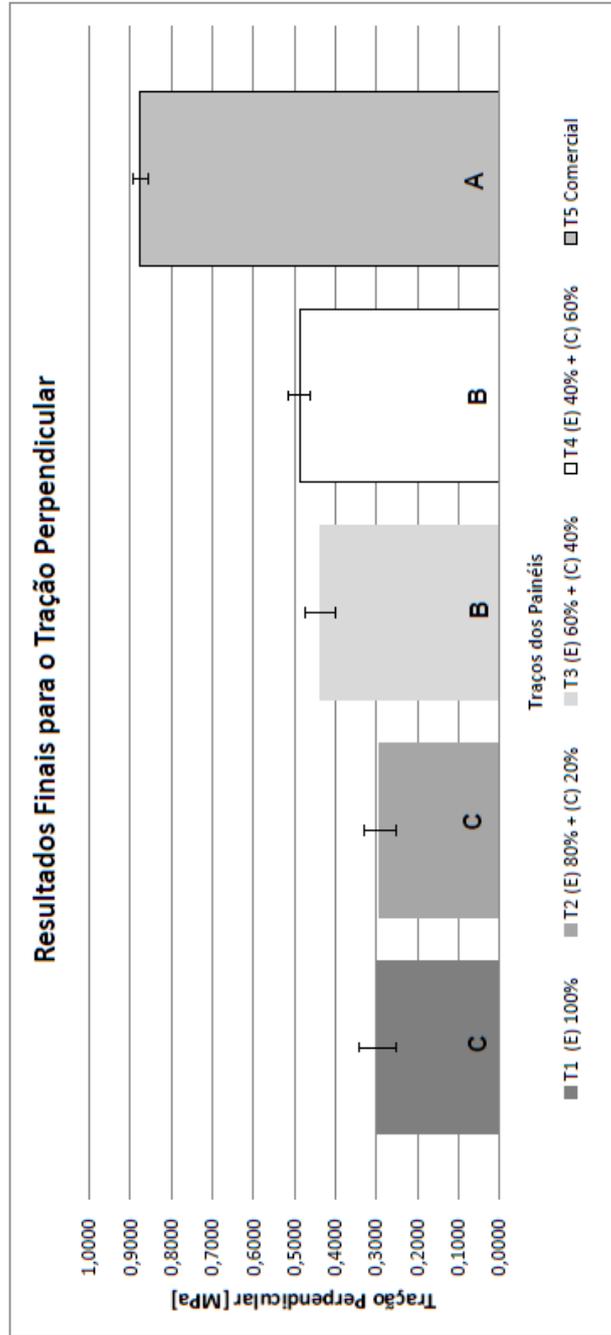
Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	0,4781	0,3979	0,5409	0,6019	0,9300
Média	0,2981	0,2913	0,4383	0,4879	0,8750
Mínima	0,1685	0,1569	0,3465	0,4177	0,8000
Desvio Padrão	0,0925	0,0785	0,0732	0,0557	0,0360

(E) → Eucalipto

Resultado - $[N/mm^2] = Mpa$

(C) → Coco

O resultado no relatório da máquina universal de ensaios esta em mega pascal [Mpa]



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
0,39	0,24	0,50	0,47	0,86
0,48	0,25	0,54	0,51	0,87
0,21	0,31	0,52	0,49	0,89
0,20	0,40	0,42	0,44	0,87
0,30	0,38	0,53	0,54	0,91
0,30	0,31	0,38	0,51	0,90
0,33	0,24	0,37	0,60	0,80
0,32	0,16	0,38	0,44	0,93
0,28	0,38	0,40	0,46	0,87
0,17	0,24	0,35	0,42	0,85

Análise Variância para Tração Perpendicular

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	2,98	0,298	0,008573333
(E) 80% + (C) 20%	10	2,91	0,291	0,006121111
(E) 60% + (C) 40%	10	4,39	0,439	0,005587778
(E) 40% + (C) 60%	10	4,88	0,488	0,002951111
Comercial	10	8,75	0,875	0,001294444

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2,265988	4	0,566497	115,4807022	0,0000000000	2,578739
Dentro dos grupos	0,22075	45	0,004905556			
Total	2,486738	49				

Análise Variância para Tração Perpendicular

Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 60%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 20%; Comercial

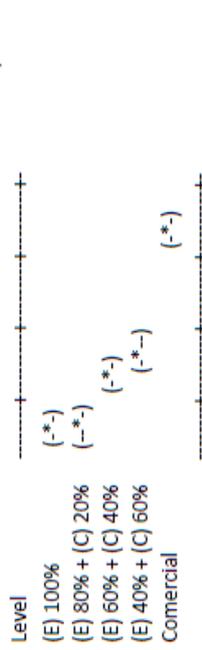
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	2,26599	0,56650	115,48	0,000
Error	45	0,22075	0,00491		
Total	49	2,48674			

S = 0,07004 R-Sq = 91,12% R-Sq(adj) = 90,33%

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Level	N	Mean	StDev
(E) 100%	10	0,29800	0,09259
(E) 80% + (C) 20%	10	0,29100	0,07824
(E) 60% + (C) 40%	10	0,43900	0,07475
(E) 40% + (C) 60%	10	0,48800	0,05432
Comercial	10	0,87500	0,03598

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
Comercial	10	0,87500	A
(E) 40% + (C) 60%	10	0,48800	B
(E) 60% + (C) 40%	10	0,43900	B
(E) 100%	10	0,29800	C
(E) 80% + (C) 20%	10	0,29100	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Traços	Grupos	
(E) 100%		C
(E) 80% + (C) 20%		C
(E) 60% + (C) 40%	B	
(E) 40% + (C) 60%	B	
Comercial	A	

APÊNDICE G – Dados Tração Superficial e Relatório de Ensaio EMIC

Tração Superficial			
Euca (E) 100%			
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	P 3	CP 1	0,67
	P 7	CP 2	0,85
Ch 2	P 3	CP 3	0,33
	P 7	CP 4	0,53
Ch 3	P 3	CP 5	0,74
	P 7	CP 6	0,60
Ch 4	P 3	CP 7	0,89
	P 7	CP 8	0,71
Ch 5	P 3	CP 9	0,52
	P 7	CP 10	0,81

Resultados Euca (E) 100% [MPa]	
Máximo	0,89
Média	0,67
Mínima	0,33
Desvio Padrão	0,17

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Tração Superficial			
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%			
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	P 3	CP 1	0,50
	P 7	CP 2	0,54
Ch 2	P 3	CP 3	0,63
	P 7	CP 4	0,91
Ch 3	P 3	CP 5	0,48
	P 7	CP 6	0,65
Ch 4	P 3	CP 7	0,56
	P 7	CP 8	0,89
Ch 5	P 3	CP 9	0,52
	P 7	CP 10	0,71

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20% [MPa]	
Máximo	0,91
Média	0,64
Mínima	0,48
Desvio Padrão	0,16

Mega Pascal - [MPa]

- (E) → Eucalipto
(C) → Coco

Tração Superficial			
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%			
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	P 3	CP 1	0,57
	P 7	CP 2	1,15
Ch 2	P 3	CP 3	0,56
	P 7	CP 4	0,85
Ch 3	P 3	CP 5	0,43
	P 7	CP 6	0,67
Ch 4	P 3	CP 7	0,89
	P 7	CP 8	0,66
Ch 5	P 3	CP 9	0,53
	P 7	CP 10	0,53

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40% [MPa]	
Máximo	1,15
Média	0,68
Mínima	0,43
Desvio Padrão	0,22

Mega Pascal - [MPa]

- (E) → Eucalipto
(C) → Coco

Tração Superficial			
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%			
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	P 3	CP 1	0,76
	P 7	CP 2	0,72
Ch 2	P 3	CP 3	0,50
	P 7	CP 4	1,00
Ch 3	P 3	CP 5	0,60
	P 7	CP 6	0,70
Ch 4	P 3	CP 7	0,70
	P 7	CP 8	0,69
Ch 5	P 3	CP 9	0,69
	P 7	CP 10	0,48

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60% [MPa]	
Máximo	1,00
Média	0,68
Mínima	0,48
Desvio Padrão	0,15

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Tração Superficial			
Comercial			
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	P 3	CP 1	0,78
	P 7	CP 2	0,98
Ch 2	P 3	CP 3	0,74
	P 7	CP 4	1,20
Ch 3	P 3	CP 5	0,87
	P 7	CP 6	1,17
Ch 4	P 3	CP 7	0,52
	P 7	CP 8	0,85
Ch 5	P 3	CP 9	1,02
	P 7	CP 10	1,06

Resultados Comercial	
Máximo	1,20
Média	0,92
Mínima	0,52
Desvio Padrão	0,21

Mega Pascal - [MPa]

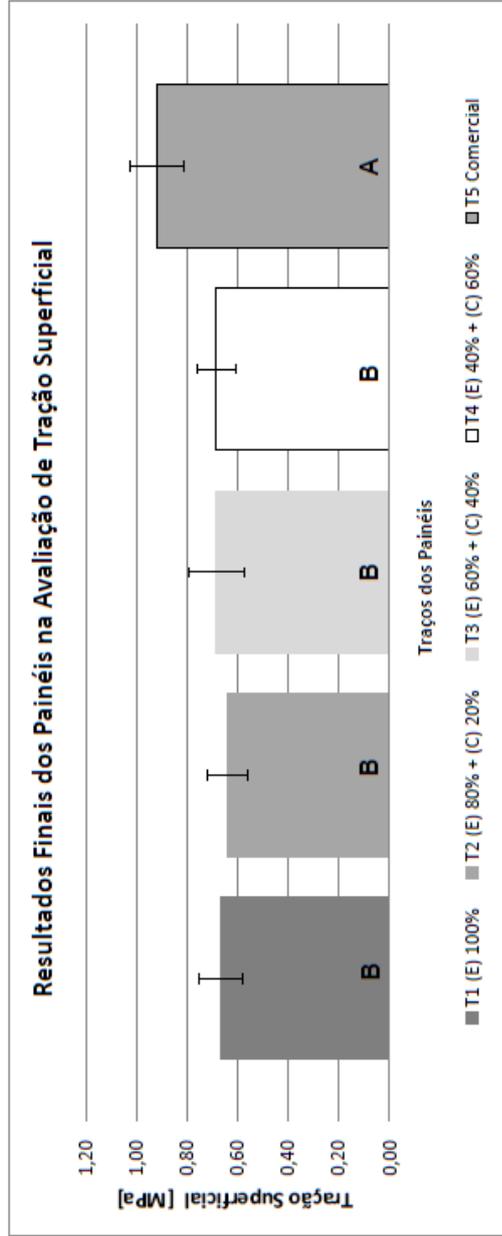
- (E) → Eucalipto
 (C) → Coco

Resultados do Ensaio de Tração Superficial em [MPa]

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	0,89	0,91	1,15	1,00	1,20
Média	0,67	0,64	0,68	0,68	0,92
Mínima	0,33	0,48	0,43	0,48	0,52
Desvio Padrão	0,17	0,16	0,22	0,15	0,21

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Mega Pascal - [MPa]



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
0,67	0,50	0,57	0,76	0,78
0,85	0,54	1,15	0,72	0,98
0,33	0,63	0,56	0,50	0,74
0,53	0,91	0,85	1,00	1,20
0,74	0,48	0,43	0,60	0,87
0,60	0,65	0,67	0,70	1,17
0,89	0,56	0,89	0,70	0,52
0,71	0,89	0,66	0,69	0,85
0,52	0,52	0,53	0,69	1,02
0,81	0,71	0,53	0,48	1,06

Análise Variância para Tração Superficial

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	6,65	0,665	0,029916667
(E) 80% + (C) 20%	10	6,39	0,639	0,024054444
(E) 60% + (C) 40%	10	6,84	0,684	0,047582222
(E) 40% + (C) 60%	10	6,84	0,684	0,021115556
Comercial	10	9,19	0,919	0,043721111

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,517628	4	0,129407	3,888665184	0,00851458	2,578739
Dentro dos grupos	1,49751	45	0,033278			
Total	2,015138	49				

Análise Tukey para Tração Superficial
 Welcome to Minitab, press F1 for help.

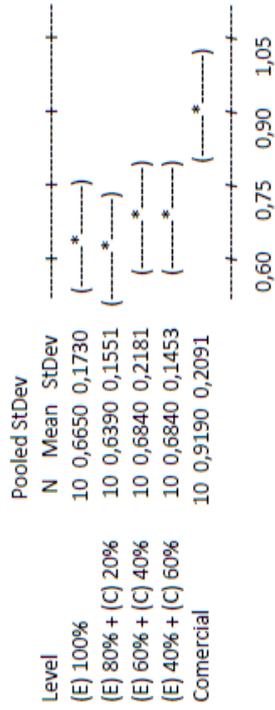
(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 60% + (C) 40% + (C) 20%; (E) 60% + (C) 40% + (C) 20%; Comercial

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	0,5176	0,1294	3,89	0,009
Error	45	1,4975	0,0333		
Total	49	2,0151			

S = 0,1824 R-Sq = 25,69% R-Sq(adj) = 19,08%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 0,1824

Grouping Information Using Tukey Method

Trços	N	Mean	Grouping	Grupos
(E) 100%	10	0,9190	A	
(E) 60% + (C) 40%	10	0,6840	B	B
(E) 40% + (C) 60%	10	0,6840	B	B
(E) 100%	10	0,6650	B	B
(E) 80% + (C) 20%	10	0,6390	B	B
Comercial				A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

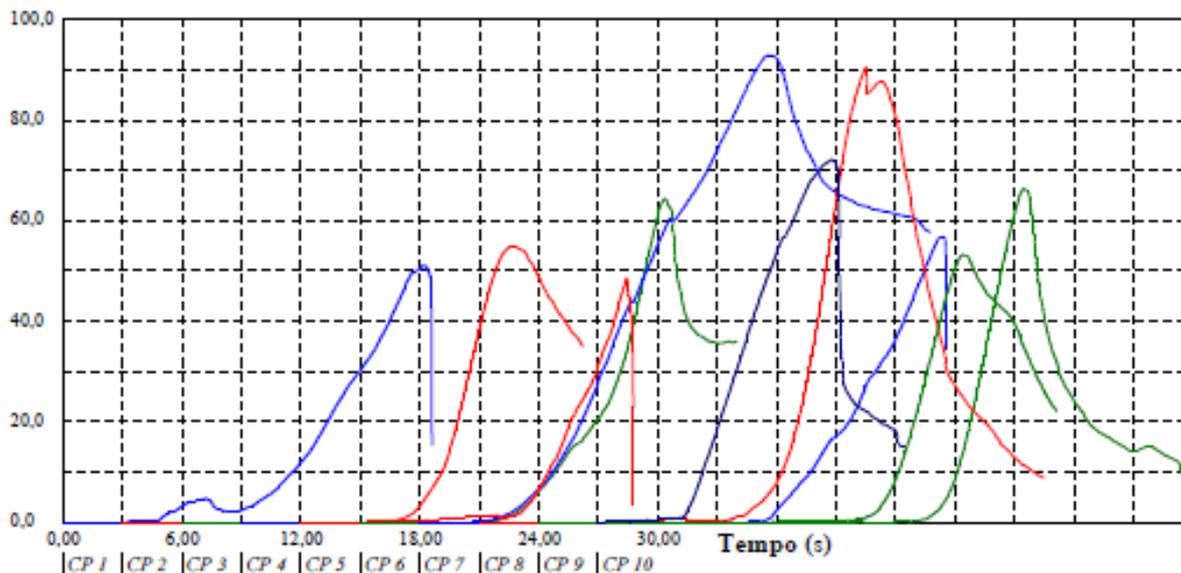
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **29/01/2018** Hora: **15:25:48** Trabalho n° **3149**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Marcus Doutorado Resistência à Tração Superficial**
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>>> Norma NBR: **15316-2/2015** Traço: **80% Euca+20%Coco** Trabalho: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	"diâmetro dispositivo" (mm)	Força máxima (kgf)	RS (MPa)
CP 1	35,7	51,18	0,50
CP 2	35,7	55,06	0,54
CP 3	35,7	64,52	0,63
CP 4	35,7	93,04	0,91
CP 5	35,7	48,57	0,48
CP 6	35,7	66,43	0,65
CP 7	35,7	56,83	0,56
CP 8	35,7	90,57	0,89
CP 9	35,7	53,23	0,52
CP 10	35,7	72,15	0,71
Número CPs	10	10	10
Média	35,70	65,16	0,6383
Desv. Padrão	0,0000	15,84	0,1552
Coef. Var. (%)	0,0000	24,31	24,31
Mínimo	35,70	48,57	0,4758
Máximo	35,70	93,04	0,9115

Força (kgf)



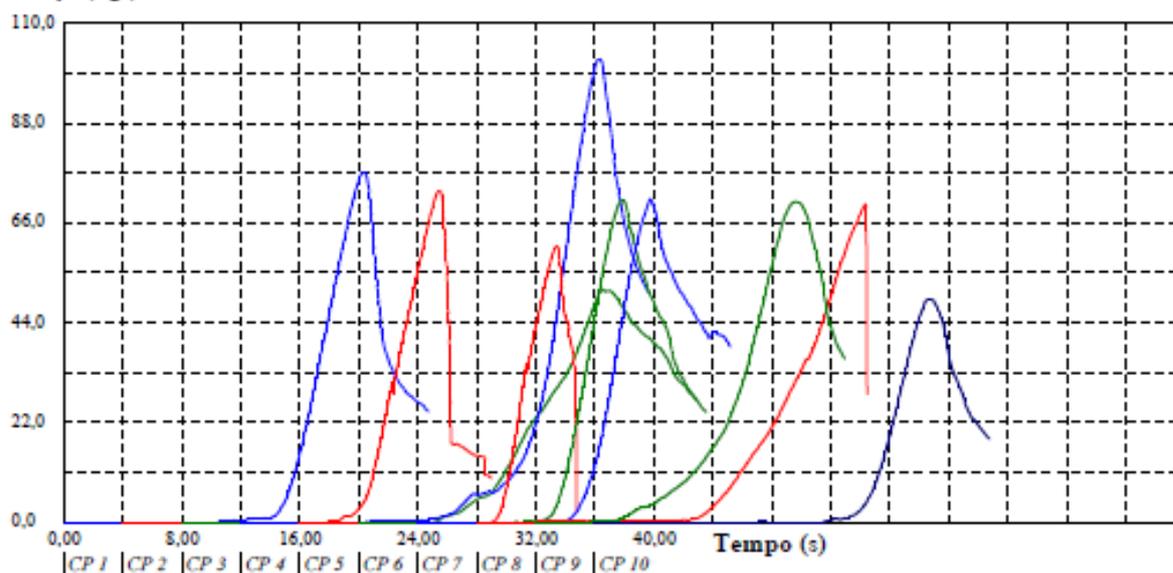
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **29/01/2018** Hora: **15:47:57** Trabalho n° **3151**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Marcus Doutorado Resistência à Tração Superficial**
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>>> Norma NBR: **15316-2/2015** Traço: **40% Euca+60%Coco** Trabalho: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	"diâmetro dispositivo" (mm)	Força máxima (kgf)	RS (MPa)
CP 1	35,7	77,16	0,76
CP 2	35,7	73,06	0,72
CP 3	35,7	51,46	0,50
CP 4	35,7	102,15	1,00
CP 5	35,7	60,92	0,60
CP 6	35,7	70,95	0,70
CP 7	35,7	71,37	0,70
CP 8	35,7	70,17	0,69
CP 9	35,7	70,73	0,69
CP 10	35,7	49,27	0,48
Número CPs	10	10	10
Média	35,70	69,72	0,6831
Desv. Padrão	0,0000	14,73	0,1443
Coef. Var. (%)	0,0000	21,12	21,12
Mínimo	35,70	49,27	0,4827
Máximo	35,70	102,1	1,001

Força (kgf)



APÊNDICE H – Dados Arrancamento de Parafuso Topo e Relatório de Ensaio EMIC

Arrancamento Parafuso Topo				
Euca (E) 100%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 14	CP 1	86,83	851,51
	P 15	CP 2	84,99	833,47
Ch 2	P 14	CP 3	65,72	644,49
	P 15	CP 4	54,78	537,21
Ch 3	P 14	CP 5	54,78	537,21
	P 15	CP 6	60,36	591,93
Ch 4	P 14	CP 7	66,92	656,26
	P 15	CP 8	60,43	592,62
Ch 5	P 14	CP 9	54,57	535,15
	P 15	CP 10	59,23	580,85

Resultados Euca (E) 100%	
Máximo	851,51
Média	636,07
Mínima	535,15
Desvio Padrão	116,66

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Topo				
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 14	CP 1	51,67	506,71
	P 15	CP 2	59,16	580,16
Ch 2	P 14	CP 3	58,87	577,32
	P 15	CP 4	52,59	515,73
Ch 3	P 14	CP 5	65,16	639,00
	P 15	CP 6	67,20	659,01
Ch 4	P 14	CP 7	79,84	782,96
	P 15	CP 8	58,45	573,20
Ch 5	P 14	CP 9	54,36	533,09
	P 15	CP 10	65,09	638,31

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20%	
Máximo	782,96
Média	600,55
Mínima	506,71
Desvio Padrão	82,90

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Topo				
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 14	CP 1	67,49	661,85
	P 15	CP 2	67,63	663,22
Ch 2	P 14	CP 3	63,32	620,96
	P 15	CP 4	72,15	707,55
Ch 3	P 14	CP 5	47,09	461,80
	P 15	CP 6	67,98	666,66
Ch 4	P 14	CP 7	55,63	545,54
	P 15	CP 8	70,31	689,51
Ch 5	P 14	CP 9	74,47	730,30
	P 15	CP 10	66,64	653,52

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40%	
Máximo	730,30
Média	640,09
Mínima	461,80
Desvio Padrão	80,36

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Topo				
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 14	CP 1	75,46	740,01
	P 15	CP 2	78,22	767,08
Ch 2	P 14	CP 3	59,44	582,91
	P 15	CP 4	60,85	596,73
Ch 3	P 14	CP 5	68,83	674,99
	P 15	CP 6	74,90	734,52
Ch 4	P 14	CP 7	79,20	776,69
	P 15	CP 8	83,51	818,95
Ch 5	P 14	CP 9	58,80	576,63
	P 15	CP 10	65,65	643,81

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60%	
Máximo	818,95
Média	691,23
Mínima	576,63
Desvio Padrão	88,15

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Topo

Comercial				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 14	CP 1	77,23	757,37
	P 15	CP 2	78,29	767,76
Ch 2	P 14	CP 3	95,93	940,75
	P 15	CP 4	87,68	859,85
Ch 3	P 14	CP 5	84,64	830,03
	P 15	CP 6	80,12	785,71
Ch 4	P 14	CP 7	72,92	715,10
	P 15	CP 8	80,48	789,24
Ch 5	P 14	CP 9	89,86	881,23
	P 15	CP 10	79,49	779,53

Resultados Comercial

Máximo	940,75
Média	810,66
Mínima	715,10
Desvio Padrão	67,13

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Resultados do Ensaio de Arrancamento Parafuso Topo em [N]

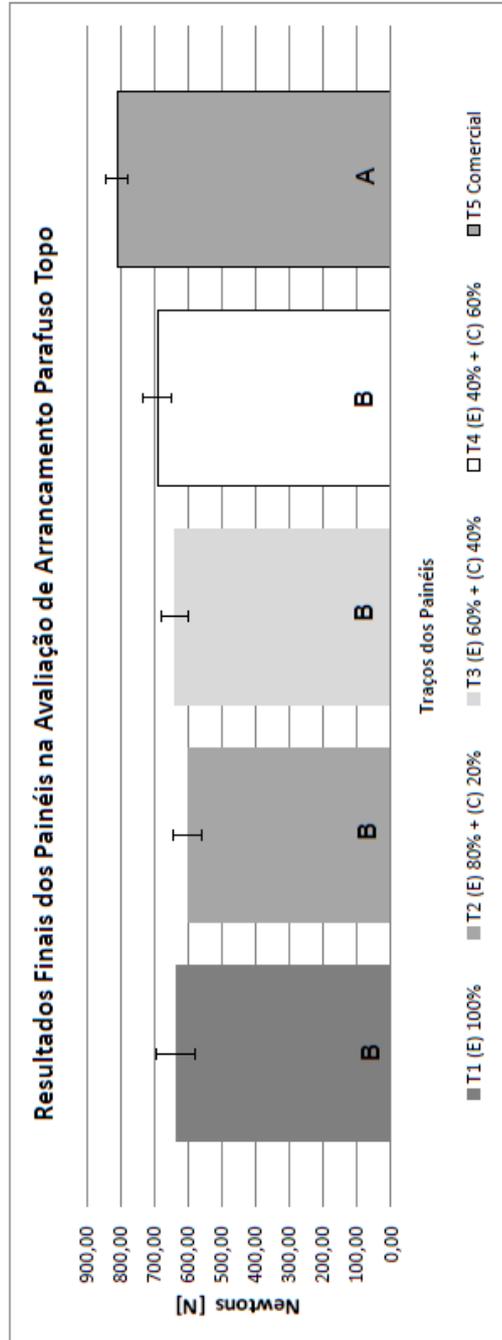
Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	851,51	782,96	730,30	818,95	940,75
Média	636,07	600,55	640,09	691,23	810,66
Mínima	535,15	506,71	461,80	576,63	715,10
Desvio Padrão	116,66	82,90	80,36	88,15	67,13

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

Resultados expressos em Newtons [N]



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
851,51	506,71	661,85	740,01	757,37
833,47	580,16	663,22	767,08	767,76
644,49	577,32	620,96	582,91	940,75
537,21	515,73	707,55	596,73	859,85
537,21	639,00	461,80	674,99	830,03
591,93	659,01	666,66	734,52	785,71
656,26	782,96	545,54	776,69	715,10
592,62	573,20	689,51	818,95	789,24
535,15	533,09	730,30	576,63	881,23
580,85	638,31	653,52	643,81	779,53

Análise Variância para Arrancamento de Parafuso Topo

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	6360,691257	636,0691257	13608,64033
(E) 80% + (C) 20%	10	6005,494394	600,5494394	6872,332344
(E) 60% + (C) 40%	10	6400,898522	640,0898522	6457,728995
(E) 40% + (C) 60%	10	6912,315319	691,2315319	7770,093032
Comercial	10	8106,569156	810,6569156	4506,713465

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	269408,9127	4	67352,22818	8,587448094	0,0000307969	2,578739
Dentro dos grupos	352939,5735	45	7843,101634			
Total	622348,4863	49				

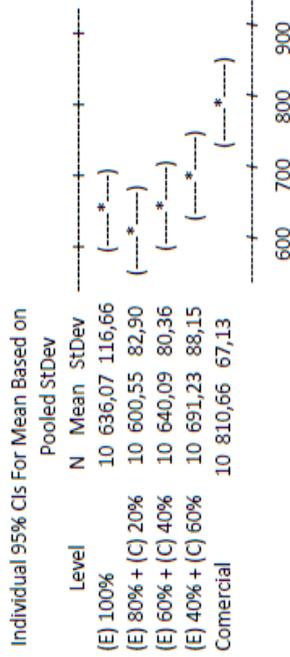
Analise Tukey para Arrancamento de Parafuso Topo
 Welcome to Minitab, press F1 for help.

(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C); (E) 60% + (C); (E) 40% + (C); Comercial

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	269409	67352	8,59	0,000
Error	45	352940	7843		
Total	49	622348			

S = 88,56 R-Sq = 43,29% R-Sq(adj) = 38,25%



Pooled StDev = 88,56

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
Comercial	10	810,66	A
(E) 40% + (C) 60%	10	691,23	B
(E) 60% + (C) 40%	10	640,09	B
(E) 100%	10	636,07	B
(E) 80% + (C) 20%	10	600,55	B

Traços	Grupos
(E) 100%	B
(E) 80% + (C) 20%	B
(E) 60% + (C) 40%	B
(E) 40% + (C) 60%	B
Comercial	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

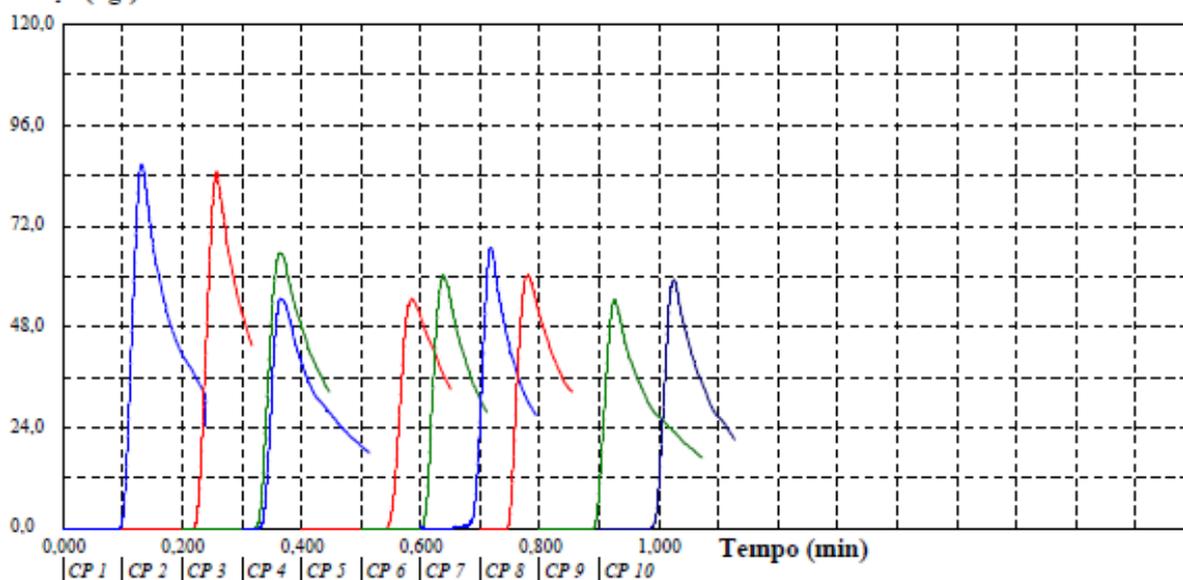
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **11:17:56** Trabalho nº **3121**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
Ident. Amostra: > Material: **Painel MDF 100% Euca** Ensaio: **Arrancamento parafuso Topo** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	86,83
CP 2	84,99
CP 3	65,72
CP 4	54,78
CP 5	54,78
CP 6	60,36
CP 7	66,92
CP 8	60,43
CP 9	54,57
CP 10	59,23
Número CPs	10
Média	64,86
Desv. Padrão	11,90
Coef. Var. (%)	18,34
Mínimo	54,57
Máximo	86,83

Força (kgf)



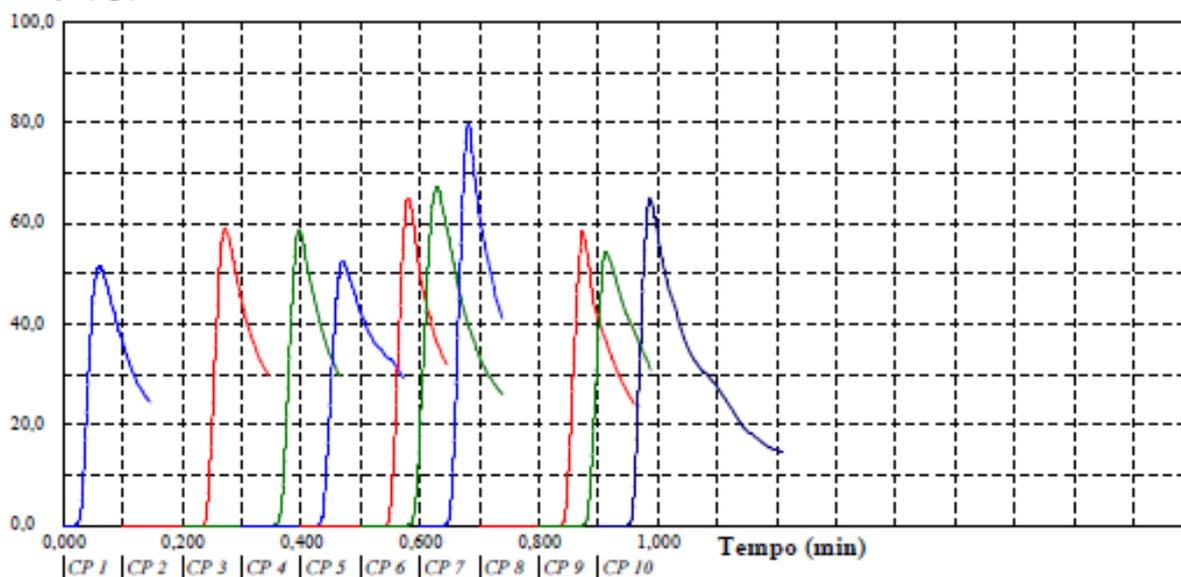
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Maquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **11:25:38** Trabalho n° **3122**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
 Ident. Amostra: > Material: **Painel MDF 80%Euca+20%Co** Ensaio: **Arrancamento parafuso** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	51,67
CP 2	59,16
CP 3	58,87
CP 4	52,59
CP 5	65,16
CP 6	67,20
CP 7	79,84
CP 8	58,45
CP 9	54,36
CP 10	65,09
Número CPs	10
Média	61,24
Desv. Padrão	8,453
Coef. Var. (%)	13,80
Mínimo	51,67
Máximo	79,84

Força (kgf)



Observação: Arrancamento Parafuso Topo, 80%Euca+20%Co

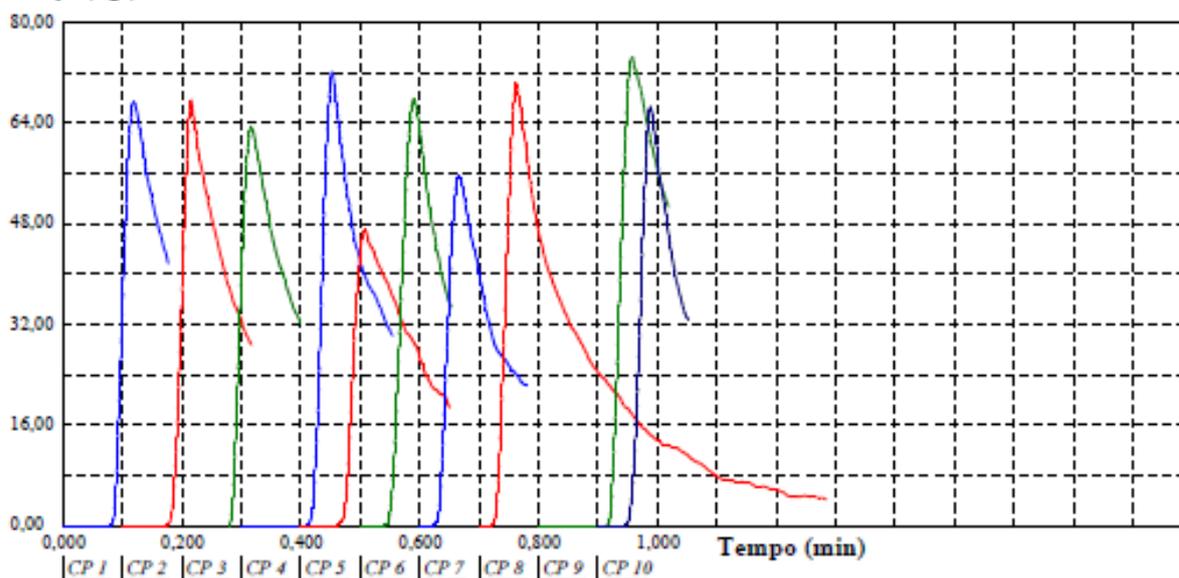
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **11:33:25** Trabalho n° **3123**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
 Ident. Amostra: - Material: **Painel MDF 60%Euca+40%Coco** Ensaio: **Arrancamento parafuso** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	67,49
CP 2	67,63
CP 3	63,32
CP 4	72,15
CP 5	47,09
CP 6	67,98
CP 7	55,63
CP 8	70,31
CP 9	74,47
CP 10	66,64
Número CPs	10
Média	65,27
Desv. Padrão	8,196
Coef. Var. (%)	12,56
Mínimo	47,09
Máximo	74,47

Força (kgf)



Observação: **Arrancamento Parafuso Topo, 60%Euca+40%Coco**

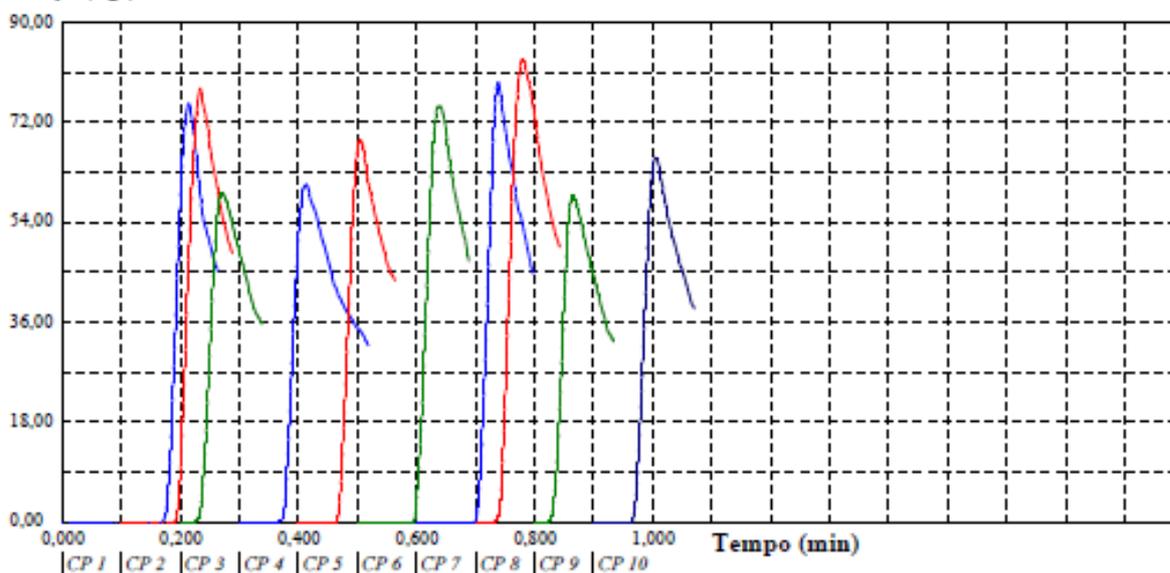
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Maquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **11:41:23** Trabalho n° **3124**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
 Ident. Amostra: > Material: **Painel MDF 40%Euca+60%**(Ensaio: **Arrancamento parafuso** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	75,46
CP 2	78,22
CP 3	59,44
CP 4	60,85
CP 5	68,83
CP 6	74,90
CP 7	79,20
CP 8	83,51
CP 9	58,80
CP 10	65,65
Número CPs	10
Média	70,49
Desv.Padrão	8,989
Coef.Var.(%)	12,75
Mínimo	58,80
Máximo	83,51

Força (kgf)



Observação: **Arrancamento Parafuso Topo, 40%Euca+60%Coco**

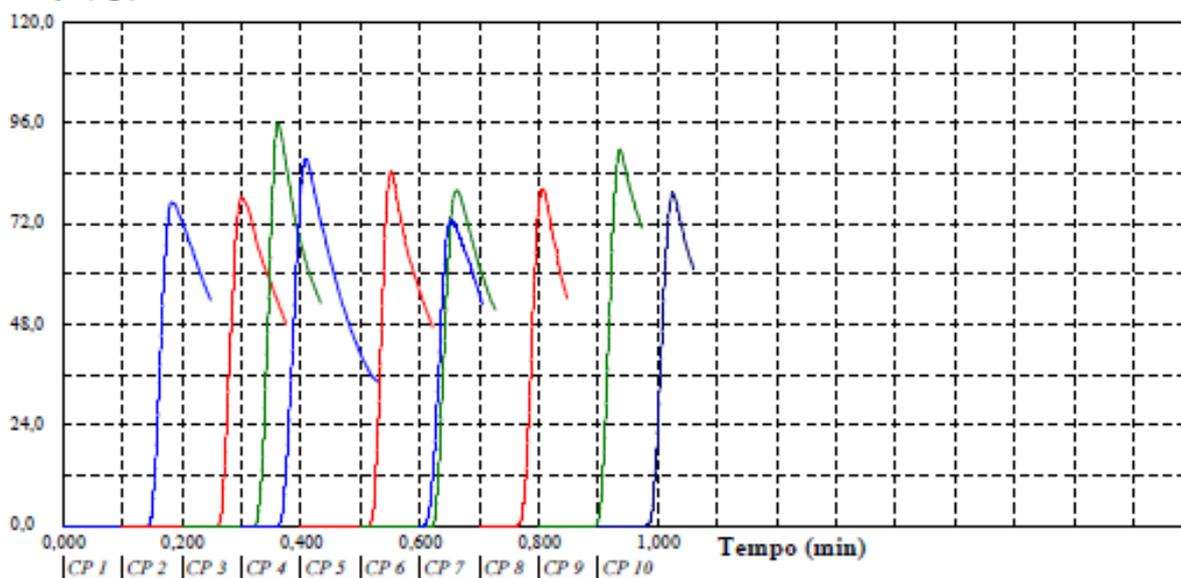
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/02/2018** Hora: **10:26:55** Trabalho n° **3217**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
 Ident. Amostra: >>>>> Material: **!00Comercial** Ensaio: **Arrancamento parafuso Topo** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	77,23
CP 2	78,29
CP 3	95,93
CP 4	87,68
CP 5	84,64
CP 6	80,12
CP 7	72,92
CP 8	80,48
CP 9	89,86
CP 10	79,49
Número CPs	10
Média	82,66
Desv. Padrão	6,847
Coef. Var. (%)	8,283
Mínimo	72,92
Máximo	95,93

Força (kgf)



Observação: Arrancamento Parafuso Topo, 100% Painel Comercial

APÊNDICE I – Dados Arrancamento de Parafuso Face e Relatório de Ensaio EMIC

Arrancamento Parafuso Face				
Euca (E) 100%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 12	CP 1	115,21	1129,82
	P 13	CP 2	102,71	1007,24
Ch 2	P 12	CP 3		
	P 13	CP 4	73,42	720,00
Ch 3	P 12	CP 5	85,84	841,80
	P 13	CP 6	91,98	902,02
Ch 4	P 12	CP 7	93,39	915,84
	P 13	CP 8	77,79	762,86
Ch 5	P 12	CP 9	78,15	766,39
	P 13	CP 10	77,30	758,05

Resultados Euca (E) 100%	
Máximo	1129,82
Média	867,11
Mínima	720,00
Desvio Padrão	135,75

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

Obs: O corpo de prova na posição Ch2 - P14 -CP 3 foi rejeitado no ensaio na maquina Universal de Ensaio sendo seu valor correto de **Kgf 8,82**, ficando neste ensaio apenas 9 corpos de prova, motivo da rejeita: Valor com elevada discrepância em relação ao resultado dos outros corpos de prova.

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Face				
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 12	CP 1	74,76	733,15
	P 13	CP 2	84,85	832,09
Ch 2	P 12	CP 3	93,04	912,41
	P 13	CP 4	78,43	769,14
Ch 3	P 12	CP 5	80,26	787,08
	P 13	CP 6	75,53	740,70
Ch 4	P 12	CP 7	112,52	1103,44
	P 13	CP 8	100,45	985,08
Ch 5	P 12	CP 9	90,85	890,93
	P 13	CP 10	91,28	895,15

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20%	
Máximo	1103,44
Média	864,92
Mínima	733,15
Desvio Padrão	117,51

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Face				
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 12	CP 1	108,92	1068,14
	P 13	CP 2	99,96	980,27
Ch 2	P 12	CP 3	106,52	1044,60
	P 13	CP 4	97,06	951,83
Ch 3	P 12	CP 5	90,92	891,62
	P 13	CP 6	90,50	887,50
Ch 4	P 12	CP 7	89,37	876,42
	P 13	CP 8	79,42	778,84
Ch 5	P 12	CP 9	96,36	944,97
	P 13	CP 10	101,94	999,69

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40%	
Máximo	1068,14
Média	942,39
Mínima	778,84
Desvio Padrão	86,77

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Face				
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 12	CP 1	106,03	1039,80
	P 13	CP 2	96,50	946,34
Ch 2	P 12	CP 3	79,63	780,90
	P 13	CP 4	87,04	853,57
Ch 3	P 12	CP 5	103,06	1010,67
	P 13	CP 6	89,58	878,48
Ch 4	P 12	CP 7	102,92	1009,30
	P 13	CP 8	105,46	1034,21
Ch 5	P 12	CP 9	82,38	807,87
	P 13	CP 10	82,66	810,62

Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60%	
Máximo	1039,80
Média	917,18
Mínima	780,90
Desvio Padrão	102,32

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Arrancamento Parafuso Face

Comercial				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Força [kgf]	Força Newtons [N]
Ch 1	P 12	CP 1	89,44	877,11
	P 13	CP 2	88,38	866,71
Ch 2	P 12	CP 3	92,90	911,04
	P 13	CP 4	106,81	1047,45
Ch 3	P 12	CP 5	97,49	956,05
	P 13	CP 6	104,34	1023,23
Ch 4	P 12	CP 7	101,30	993,41
	P 13	CP 8	88,59	868,77
Ch 5	P 12	CP 9	86,76	850,82
	P 13	CP 10	93,04	912,41

Resultados Comercial

Máximo	1047,45
Média	930,70
Mínima	850,82
Desvio Padrão	70,45

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]

(E) → Eucalipto

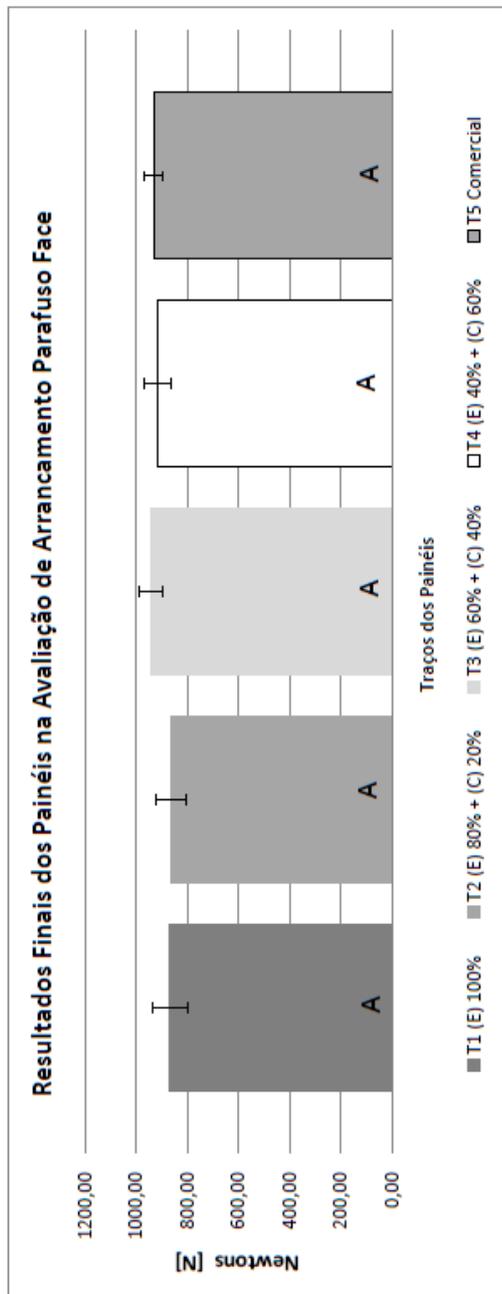
(C) → Coco

Resultados do Ensaio de Arrancamento Parafuso Face

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	1129,82	1103,44	1068,14	1039,80	877,11
Média	867,11	864,92	942,39	917,18	930,70
Mínima	720,00	733,15	778,84	780,90	850,82
Desvio Padrão	135,75	117,51	86,77	102,32	70,45

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

1 Quilograma Força [kgf] = 9,80665 Newtons [N]



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
1129,82	733,15	1068,14	1039,80	877,11
1007,24	832,09	980,27	946,34	866,71
*	912,41	1044,60	780,90	911,04
720,00	769,14	951,83	853,57	1047,45
841,80	787,08	891,62	1010,67	956,05
902,02	740,70	887,50	878,48	1023,23
915,84	1103,44	876,42	1009,30	993,41
762,86	985,08	778,84	1034,21	868,77
766,39	890,93	944,97	807,87	850,82
758,05	895,15	999,69	810,62	912,41

Análise Variância para Arrancamento de Parafuso Face

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

* Corpo de prova rejeitado (R), olhar Apêndice Arrancamento parafuso Face TRB 3117

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	9	7804,034004	867,1148893	18429,41069
(E) 80% + (C) 20%	10	8649,171101	864,9171101	13809,43469
(E) 60% + (C) 40%	10	9423,896451	942,3896451	7529,401748
(E) 40% + (C) 60%	10	9171,767479	917,1767479	10469,756
Comercial	10	9307,001183	930,7001183	4963,31987

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	51049,05198	4	12762,263	1,173829678	0,335409	2,583667
Dentro dos grupos	478382,4963	44	10872,32946			
Total	529431,5483	48				

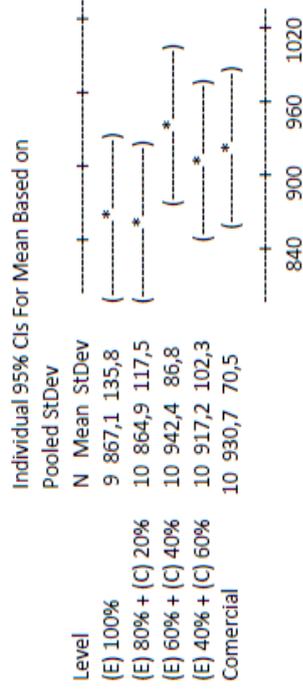
Análise Tukey para Arrancamento de Parafuso Face
 Welcome to Minitab, press F1 for help.

(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 20%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 60%; Comercial

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	51049	12762	1,17	0,335
Error	44	478382	10872		
Total	48	529432			

S = 104,3 R-Sq = 9,64% R-Sq(adj) = 1,43%



Pooled StDev = 104,3

Grouping Information Using Tukey Method

Traços	Grupos
(E) 100%	A
(E) 80% + (C) 20%	A
(E) 60% + (C) 40%	A
(E) 40% + (C) 60%	A
Comercial	A

	N	Mean	Grouping
(E) 60% + (C) 40%	10	942,4	A
Comercial	10	930,7	A
(E) 40% + (C) 60%	10	917,2	A
(E) 100%	9	867,1	A
(E) 80% + (C) 20%	10	864,9	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

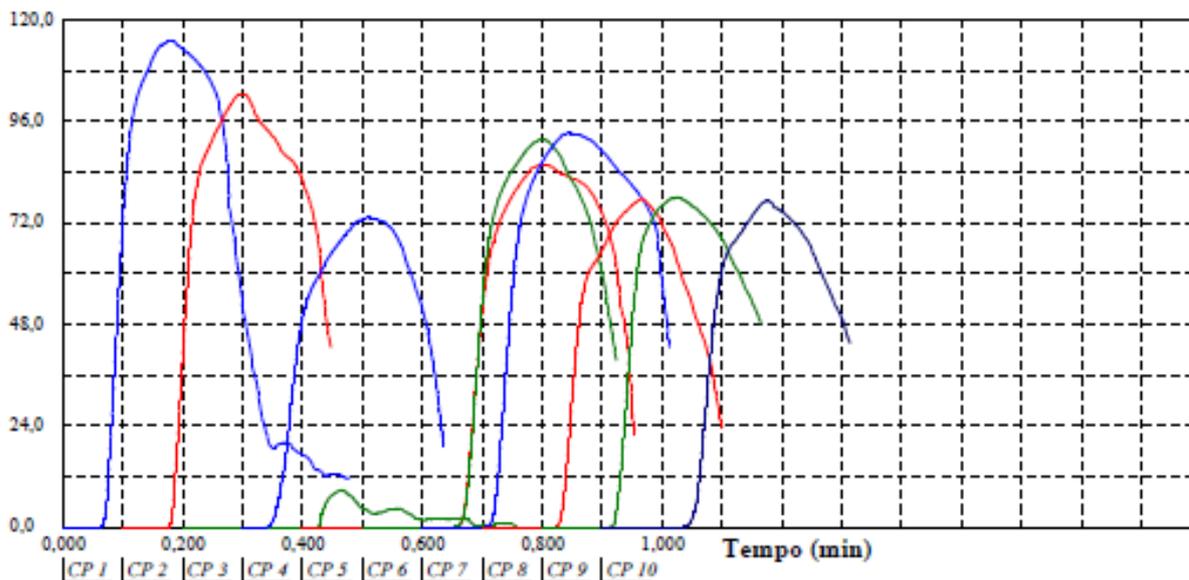
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **10:02:06** Trabalho n° **3117**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio:
 Ident. Amostra: - Material: **Painel MDF 100% Euca** Ensaio: **Arrancamento parafuso Face** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	115,21
CP 2	102,71
CP 3 (R)	8,82
CP 4	73,42
CP 5	85,84
CP 6	91,98
CP 7	93,39
CP 8	77,79
CP 9	78,15
CP 10	77,30
Número CPs	9
Média	88,42
Desv. Padrão	13,84
Coef. Var. (%)	15,66
Mínimo	73,42
Máximo	115,2

Força (kgf)



Observação: Método de Ensaio: Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015

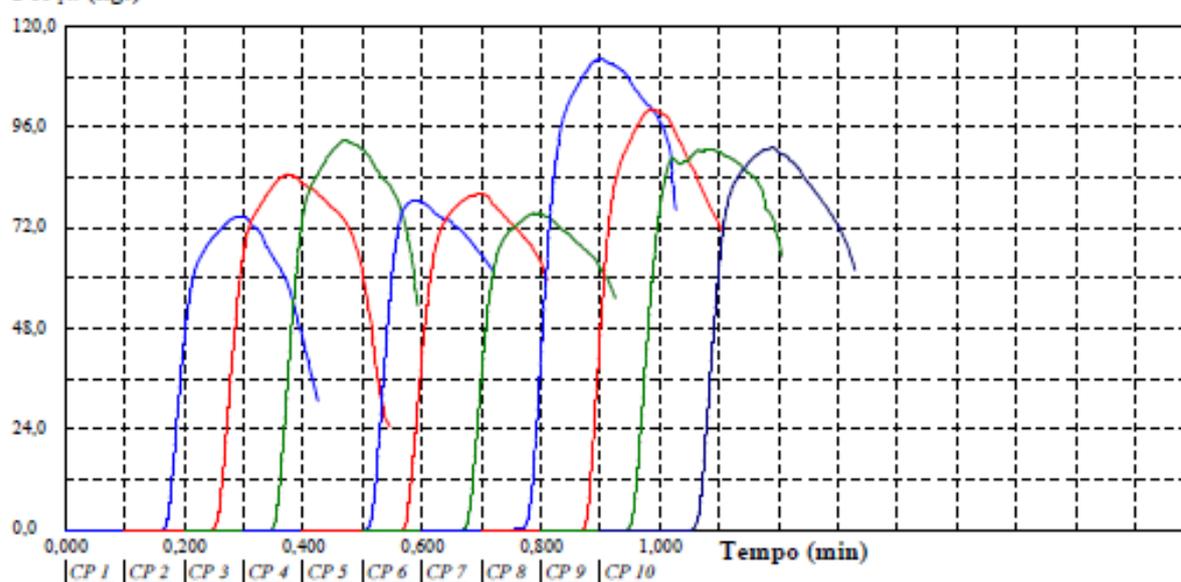
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Maquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **10:45:43** Trabalho n° **3118**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
Ident. Amostra: - Material: **Painel MDF 80% Euca+20%**(Ensaio: **Arrancamento parafuso** ;Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	74,76
CP 2	84,85
CP 3	93,04
CP 4	78,43
CP 5	80,26
CP 6	75,53
CP 7	112,52
CP 8	100,45
CP 9	90,85
CP 10	91,28
Número CPs	10
Média	88,20
Desv.Padrão	11,98
Coef.Var.(%)	13,59
Mínimo	74,76
Máximo	112,5

Força (kgf)



Observação: Arrancamento Parafuso Face, 80%Euca+20%Coco

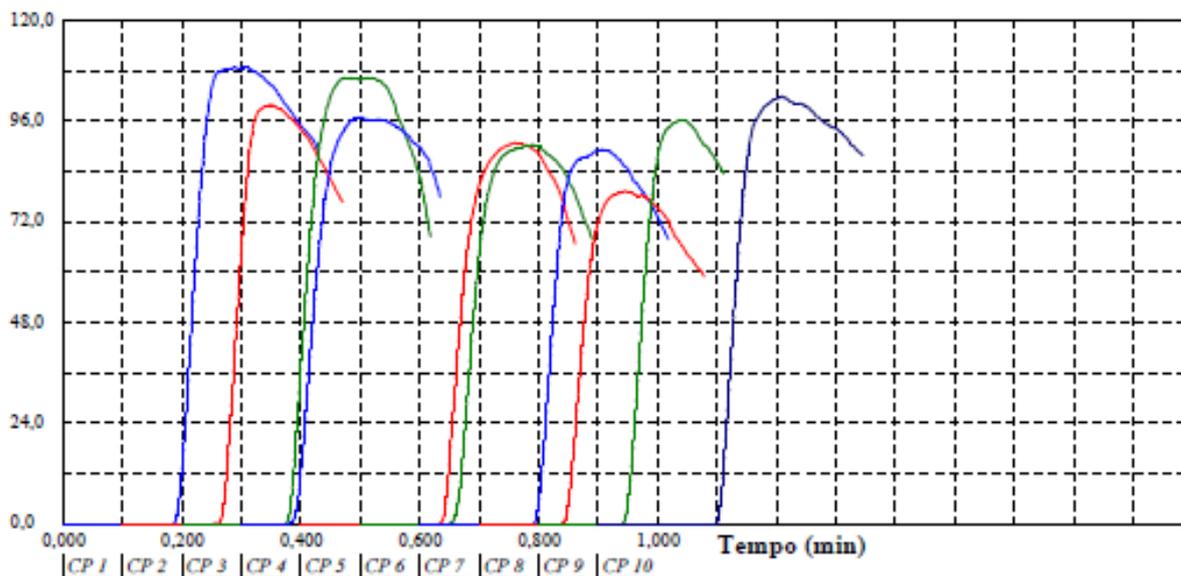
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **10:57:39** Trabalho n° **3119**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
Ident. Amostra: > Material: **Painel MDF 60%Euca+20%** (Ensaio: **Arrancamento parafuso**) Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	108,92
CP 2	99,96
CP 3	106,52
CP 4	97,06
CP 5	90,92
CP 6	90,50
CP 7	89,37
CP 8	79,42
CP 9	96,36
CP 10	101,94
Número CPs	10
Média	96,10
Desv. Padrão	8,850
Coef. Var. (%)	9,209
Mínimo	79,42
Máximo	108,9

Força (kgf)



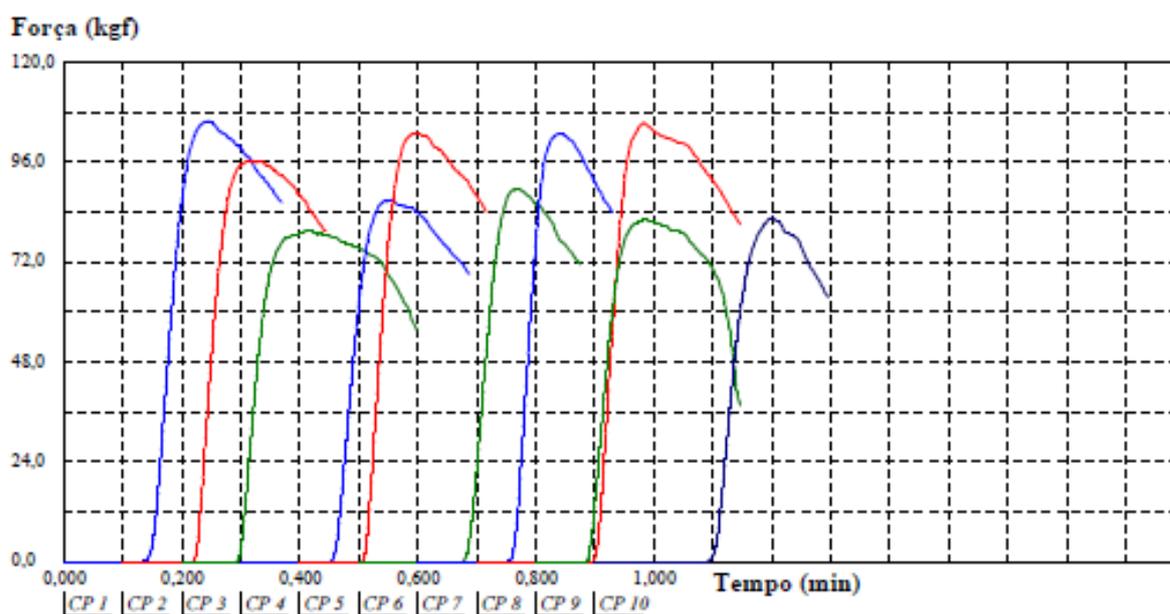
Observação: Arrancamento Parafuso Face, 60%Euca+40%Coco

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

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/01/2018** Hora: **11:07:02** Trabalho n° **3120**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
 Ident. Amostra: - Material: **Painel MDF 40%Euca+60%C** Ensaio: **Arrancamento parafuso** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	106,03
CP 2	96,50
CP 3	79,63
CP 4	87,04
CP 5	103,06
CP 6	89,58
CP 7	102,92
CP 8	105,46
CP 9	82,38
CP 10	82,66
Número CPs	10
Media	93,53
Desv. Padrão	10,43
Coef. Var. (%)	11,16
Mínimo	79,63
Máximo	106,0



Observação: Arrancamento Parafuso Face, 40%Euca+60%Coco

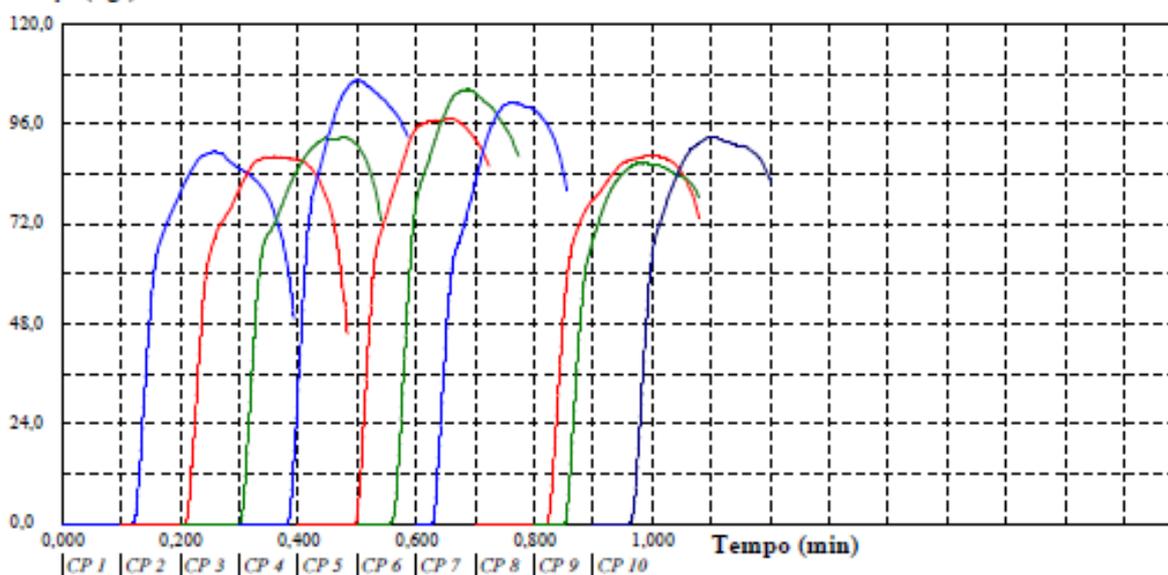
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Celula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **26/02/2018** Hora: **10:17:48** Trabalho n° **3216**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Painel MDF Arrancamento de Parafuso norma NBR ABNT 15316-2 2015**
 Ident. Amostra: >>>> Material: **100% Comercial** Ensaio: **Arrancamento parafuso Topo** Interessado: **Doutorado Marcus**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	89,44
CP 2	88,38
CP 3	92,90
CP 4	106,81
CP 5	97,49
CP 6	104,34
CP 7	101,30
CP 8	88,59
CP 9	86,76
CP 10	93,04
Número CPs	10
Média	94,90
Desv. Padrão	7,182
Coef. Var. (%)	7,568
Mínimo	86,76
Máximo	106,8

Força (kgf)



Observação: Arrancamento Parafuso Face, 100% Painel Comercial

APÊNDICE J – Dados dureza Janka

Dureza Janka		
Euca (E) 100%		
Painel	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	CP10	54,23
	CP17	44,52
Ch 2	CP10	34,41
	CP17	59,63
Ch 3	CP10	51,10
	CP17	35,15
Ch 4	CP10	35,06
	CP17	51,62
Ch 5	CP10	54,45
	CP17	41,35

Resultados Euca (E) 100% [MPa]	
Máximo	59,63
Média	46,15
Mínima	34,41
Desvio Padrão	9,30

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Dureza Janka		
Euca (E) 80% + Coco (C) 20%		
Painel	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	CP10	36,61
	CP17	46,68
Ch 2	CP10	38,25
	CP17	42,71
Ch 3	CP10	38,05
	CP17	41,60
Ch 4	CP10	61,43
	CP17	55,07
Ch 5	CP10	48,90
	CP17	49,01

Resultados Euca (E) 80% + Coco (C) 20% [MPa]	
Máximo	61,43
Média	45,83
Mínima	36,61
Desvio Padrão	8,03

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Dureza Janka		
Euca (E) 60% + Coco (C) 40%		
Painel	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	CP10	35,08
	CP17	60,31
Ch 2	CP10	51,75
	CP17	46,61
Ch 3	CP10	46,31
	CP17	37,82
Ch 4	CP10	48,21
	CP17	39,18
Ch 5	CP10	37,93
	CP17	52,18

Resultados Euca (E) 60% + Coco (C) 40% [MPa]	
Máximo	60,31
Média	45,54
Mínima	35,08
Desvio Padrão	8,01

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Dureza Janka		
Euca (E) 40% + Coco (C) 60%		
Painel	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	CP10	46,22
	CP17	42,29
Ch 2	CP10	50,92
	CP17	47,09
Ch 3	CP10	44,03
	CP17	38,84
Ch 4	CP10	36,75
	CP17	45,17
Ch 5	CP10	51,59
	CP17	34,74
Resultados Euca (E) 40% + Coco (C) 60% [MPa]		
	Máximo	51,59
	Média	43,76
	Mínima	34,74
	Desvio Padrão	5,66

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Dureza Janka		
Comercial		
Painel	Corpo de Prova	Força [MPa]
Ch 1	CP10	45,39
	CP17	47,03
Ch 2	CP10	41,78
	CP17	42,00
Ch 3	CP10	42,51
	CP17	48,58
Ch 4	CP10	41,83
	CP17	39,62
Ch 5	CP10	42,37
	CP17	43,36

Resultados Comercial [MPa]	
Máximo	48,58
Média	43,45
Mínima	39,62
Desvio Padrão	2,73

Mega Pascal - [MPa]

(E) → Eucalipto

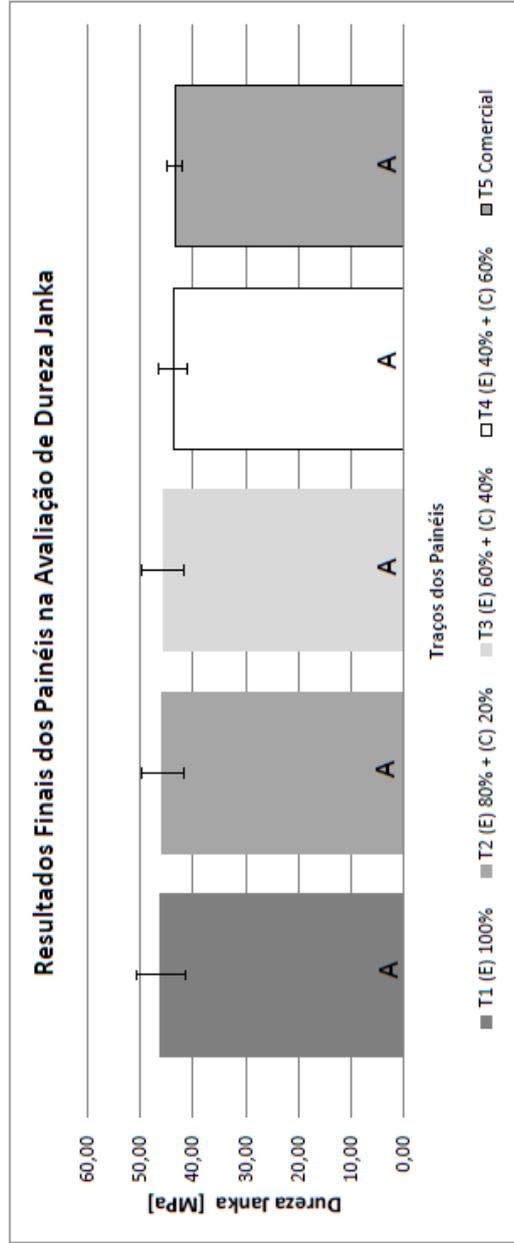
(C) → Coco

Resultados do Ensaio de Dureza Janka em [MPa]

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80% + (C) 20%	T3 (E) 60% + (C) 40%	T4 (E) 40% + (C) 60%	T5 Comercial
Máximo	59,63	61,43	60,31	51,59	48,58
Média	46,15	45,83	45,54	43,76	43,45
Mínima	34,41	36,61	35,08	34,74	39,62
Desvio Padrão	9,30	8,03	8,01	5,66	2,73

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Mega Pascal - [MPa]



(E) 100%	(E) 80% + (C) 20%	(E) 60% + (C) 40%	(E) 40% + (C) 60%	Comercial
54,23	36,61	35,08	46,22	45,39
44,52	46,68	60,31	42,29	47,03
34,41	38,25	51,75	50,92	41,78
59,63	42,71	46,61	47,09	42,00
51,10	38,05	46,31	44,03	42,51
35,15	41,60	37,82	38,84	48,58
35,06	61,43	48,21	36,75	41,83
51,62	55,07	39,18	45,17	39,62
54,45	48,90	37,93	51,59	42,37
41,35	49,01	52,18	34,74	43,36

Análise Variância para Dureza Janka

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	10	461,52	46,152	86,42475111
(E) 80% + (C) 20%	10	458,31	45,831	64,40198778
(E) 60% + (C) 40%	10	455,38	45,538	64,11610667
(E) 40% + (C) 60%	10	437,64	43,764	32,07151556
Comercial	10	434,47	43,447	7,459956667

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	62,322492	4	15,580623	0,306133506	0,872359	2,578739
Dentro dos grupos	2290,26886	45	50,89486356			
Total	2352,591352	49				

Analise Tukey para Dureza Janka

Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: (E) 100%; (E) 80% + (C) 20%; (E) 60% + (C) 40%; (E) 40% + (C) 60%; Comercial

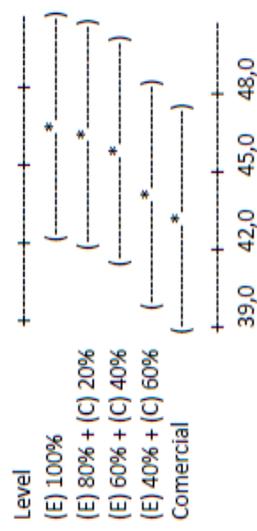
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	4	62,3	15,6	0,31	0,872
Error	45	2290,3	50,9		
Total	49	2352,6			

S = 7,134 R-Sq = 2,65% R-Sq(adj) = 0,00%

Pooled StDev = 7,134

Level	N	Mean	StDev
(E) 100%	10	46,152	9,296
(E) 80% + (C) 20%	10	45,831	8,025
(E) 60% + (C) 40%	10	45,538	8,007
(E) 40% + (C) 60%	10	43,764	5,663
Comercial	10	43,447	2,731

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Grouping Information Using Tukey Method

Traços	N	Mean	Grouping
(B) 100%	10	46,152	A
(B) 90% + (P) 10%	10	45,831	A
(B) 80% + (P) 20%	10	45,538	A
(B) 70% + (P) 30%	10	43,764	A
Comercial	10	43,447	A

Means that do not share a letter are significantly different

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

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

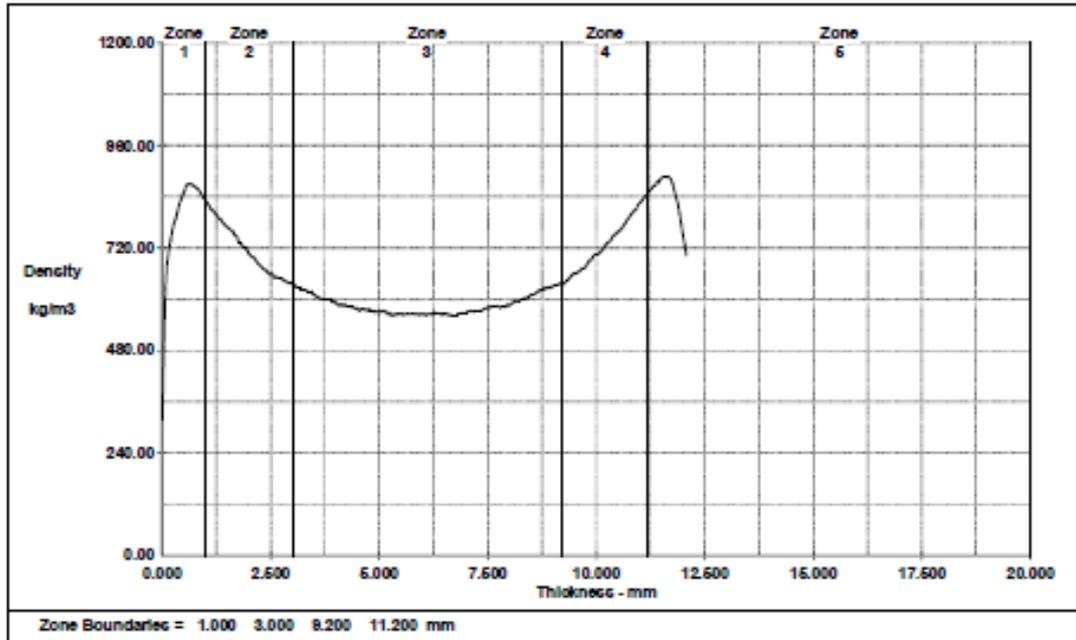
APÊNDICE K – Dados Relatório Raio-x

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: Doutorado Marcus, 100% Eucalpto
 Operator: Marcus

Date: January 20, 2018
 Time: 04:58:42
 Page: 1 of 3



Batch Average Density Analysis (kg/m3)

Batch Average Density: 666.71

Zone Analysis	Zone 1/Pos.	Zone 2/Pos.	Zone 3/Pos.	Zone 4/Pos.	Zone 5/Pos.
Maximum Point Density:	879.73	832.96	643.47	843.07	897.00
Minimum Point Density:	317.41	636.11	553.91	635.04	486.36
Average Zone Density:	780.67	718.92	586.47	726.76	819.29

Ratio Analysis

Zone Avg. / Overall Avg.:	1.17	1.08	0.88	1.09	1.23
Zone 1 Avg. / Zone 5 Avg.:		0.95			
(Zone 1 + Zone 5) / Overall Avg.:		2.40			

Batch Analysis Parameters

Number of Samples In Batch:	5	Linear Resolution Step Size:	2
Target Panel Thickness:	0.000 mm	Time To Thickness:	0 Sec.
Measured Panel Thickness:	0.000 mm	Time to Decompression:	0 Sec.
Target Weight:	0.000 kg	Surface Moisture Content:	0.000 %
Measured Weight:	0.000 kg	Core Moisture Content:	0.000 %
Furnish Thickness:	0.000 mm	Average Sample Beam Length:	50.126 mm
Press Temperature:	0 °C	Average Sample Height:	50.142 mm
Mill Number:	doutorado marcus	Average Sample Thickness:	12.042 mm
Press Load Number:		Average Sample Weight:	21.89 g
Species Mix:			
Comments:			

*See Sample Summary Report for Process Information Relative to this batch.
 NOTE: THIS REPORT ASSUMES ALL SAMPLES IN THE BATCH ARE OF SIMILAR NOMINAL THICKNESS.

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 04:58:42
Page: 2 of 3

Density Analysis (kg/m3)

Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density
1		0.000	317.41	61		2.400	667.71	121		4.800	575.28
2		0.040	487.74	62		2.440	661.92	122		4.840	574.34
3		0.080	624.73	63		2.480	658.12	123		4.880	570.38
4		0.120	681.62	64		2.520	660.12	124		4.920	570.00
5		0.160	720.19	65		2.560	657.33	125		4.960	572.24
6		0.200	739.77	66		2.600	650.46	126		5.000	570.14
7		0.240	760.28	67		2.640	651.80	127		5.040	573.60
8		0.280	777.47	68		2.680	649.20	128		5.080	571.25
9		0.320	790.45	69		2.720	649.85	129		5.120	573.08
10		0.360	806.41	70		2.760	648.36	130		5.160	569.27
11		0.400	822.74	71		2.800	644.86	131		5.200	564.45
12		0.440	834.38	72		2.840	642.32	132		5.240	568.47
13		0.480	845.60	73		2.880	641.01	133		5.280	563.72
14		0.520	853.46	74		2.920	637.92	134		5.320	562.81
15		0.560	866.11	75		2.960	639.99	135		5.360	566.42
16		0.600	869.61	76		3.000	636.34	136		5.400	564.24
17		0.640	868.53	77		3.040	634.52	137		5.440	566.88
18		0.680	870.32	78		3.080	629.74	138		5.480	564.85
19		0.720	866.09	79		3.120	626.25	139		5.520	567.16
20		0.760	864.46	80		3.160	626.56	140		5.560	563.71
21		0.800	860.37	81		3.200	623.35	141		5.600	565.36
22		0.840	857.34	82		3.240	623.94	142		5.640	566.53
23		0.880	850.90	83		3.280	619.85	143		5.680	566.09
24		0.920	843.72	84		3.320	620.19	144		5.720	564.67
25		0.960	837.05	85		3.360	618.54	145		5.760	566.87
26		1.000	832.12	86		3.400	619.00	146		5.800	566.33
27		1.040	825.80	87		3.440	618.53	147		5.840	565.24
28		1.080	820.35	88		3.480	611.89	148		5.880	565.89
29		1.120	811.91	89		3.520	610.69	149		5.920	563.73
30		1.160	808.30	90		3.560	607.25	150		5.960	566.71
31		1.200	804.88	91		3.600	605.74	151		6.000	564.73
32		1.240	800.31	92		3.640	601.74	152		6.040	565.70
33		1.280	794.89	93		3.680	600.45	153		6.080	562.89
34		1.320	789.44	94		3.720	598.39	154		6.120	564.56
35		1.360	786.08	95		3.760	597.35	155		6.160	566.52
36		1.400	780.73	96		3.800	597.20	156		6.200	564.73
37		1.440	775.74	97		3.840	597.75	157		6.240	567.12
38		1.480	770.77	98		3.880	597.10	158		6.280	568.88
39		1.520	767.43	99		3.920	593.69	159		6.320	568.12
40		1.560	765.79	100		3.960	594.05	160		6.360	565.67
41		1.600	760.84	101		4.000	593.13	161		6.400	566.85
42		1.640	757.70	102		4.040	588.17	162		6.440	563.53
43		1.680	750.27	103		4.080	586.39	163		6.480	565.41
44		1.720	745.88	104		4.120	587.19	164		6.520	565.17
45		1.760	735.20	105		4.160	584.72	165		6.560	565.83
46		1.800	734.23	106		4.200	588.06	166		6.600	563.55
47		1.840	726.98	107		4.240	584.55	167		6.640	562.46
48		1.880	721.76	108		4.280	583.48	168		6.680	563.78
49		1.920	720.92	109		4.320	584.47	169		6.720	563.21
50		1.960	714.91	110		4.360	580.63	170		6.760	563.58
51		2.000	706.89	111		4.400	580.68	171		6.800	563.95
52		2.040	702.27	112		4.440	578.55	172		6.840	567.06
53		2.080	698.59	113		4.480	580.03	173		6.880	566.70
54		2.120	697.57	114		4.520	575.63	174		6.920	568.72
55		2.160	690.64	115		4.560	573.87	175		6.960	569.15
56		2.200	685.81	116		4.600	578.42	176		7.000	568.91
57		2.240	681.58	117		4.640	577.13	177		7.040	571.46
58		2.280	677.68	118		4.680	575.55	178		7.080	572.69
59		2.320	671.90	119		4.720	575.34	179		7.120	573.34
60		2.360	669.07	120		4.760	577.51	180		7.160	571.36

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 04:58:42
Page: 3 of 3

Density Analysis (kg/m3)

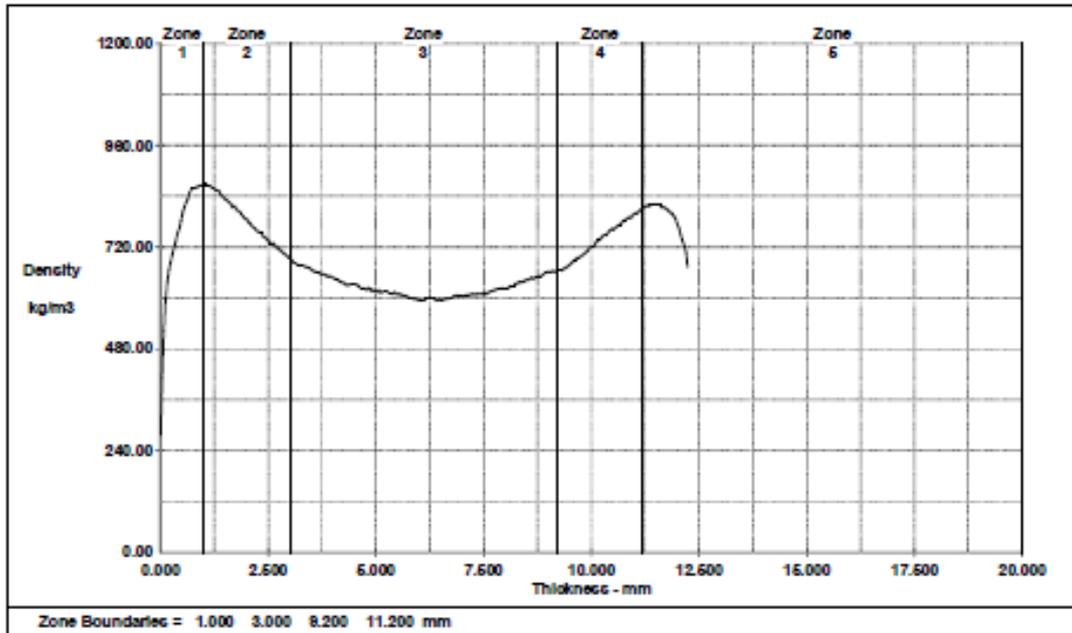
Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density
181		7.200	572.09	241		9.600	663.87	301		12.000	753.09
182		7.240	572.74	242		9.640	668.92	302		12.040	727.32
183		7.280	573.19	243		9.680	672.64	303		12.080	702.74
184		7.320	573.11	244		9.720	672.87				
185		7.360	573.19	245		9.760	675.88				
186		7.400	576.56	246		9.800	683.83				
187		7.440	578.62	247		9.840	689.61				
188		7.480	579.60	248		9.880	691.14				
189		7.520	582.12	249		9.920	699.15				
190		7.560	580.96	250		9.960	703.72				
191		7.600	584.18	251		10.000	703.40				
192		7.640	583.72	252		10.040	707.07				
193		7.680	583.80	253		10.080	708.75				
194		7.720	584.71	254		10.120	713.21				
195		7.760	583.22	255		10.160	718.97				
196		7.800	579.81	256		10.200	724.34				
197		7.840	584.79	257		10.240	729.36				
198		7.880	584.99	258		10.280	733.82				
199		7.920	582.20	259		10.320	736.61				
200		7.960	586.50	260		10.360	741.88				
201		8.000	585.60	261		10.400	749.61				
202		8.040	589.66	262		10.440	752.57				
203		8.080	591.48	263		10.480	755.71				
204		8.120	595.04	264		10.520	758.61				
205		8.160	596.06	265		10.560	762.68				
206		8.200	596.46	266		10.600	768.37				
207		8.240	596.35	267		10.640	774.51				
208		8.280	600.18	268		10.680	779.50				
209		8.320	600.78	269		10.720	787.10				
210		8.360	601.90	270		10.760	791.42				
211		8.400	600.83	271		10.800	798.33				
212		8.440	605.09	272		10.840	802.04				
213		8.480	608.95	273		10.880	808.27				
214		8.520	611.34	274		10.920	809.40				
215		8.560	610.52	275		10.960	820.66				
216		8.600	613.64	276		11.000	825.32				
217		8.640	616.27	277		11.040	829.68				
218		8.680	620.84	278		11.080	833.93				
219		8.720	621.03	279		11.120	841.12				
220		8.760	622.10	280		11.160	842.63				
221		8.800	627.52	281		11.200	849.99				
222		8.840	623.99	282		11.240	855.82				
223		8.880	627.80	283		11.280	858.67				
224		8.920	626.57	284		11.320	865.62				
225		8.960	628.26	285		11.360	866.32				
226		9.000	629.77	286		11.400	875.22				
227		9.040	633.05	287		11.440	874.18				
228		9.080	633.06	288		11.480	881.98				
229		9.120	633.85	289		11.520	884.88				
230		9.160	636.74	290		11.560	886.21				
231		9.200	638.26	291		11.600	885.87				
232		9.240	640.20	292		11.640	887.27				
233		9.280	636.35	293		11.680	886.37				
234		9.320	645.33	294		11.720	880.81				
235		9.360	646.22	295		11.760	870.72				
236		9.400	650.89	296		11.800	856.22				
237		9.440	657.05	297		11.840	840.67				
238		9.480	658.50	298		11.880	823.90				
239		9.520	662.38	299		11.920	801.40				
240		9.560	662.32	300		11.960	777.75				

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: Doutorado Marcus, 80% Euca + 20% Coco
 Operator: Marcus

Date: January 20, 2018
 Time: 06:41:48
 Page: 1 of 3



Batch Average Density Analysis (kg/m3)

Batch Average Density: 692.74

Zone Analysis	Zone 1/Pos.	Zone 2/Pos.	Zone 3/Pos.	Zone 4/Pos.	Zone 5/Pos.
Maximum Point Density:	871.40	872.30	695.97	810.22	828.35
Minimum Point Density:	276.93	695.79	587.00	659.17	385.28
Average Zone Density:	736.15	787.27	627.73	733.13	762.64

Ratio Analysis

Zone Avg. / Overall Avg.:	1.06	1.14	0.91	1.06	1.10
Zone 1 Avg. / Zone 5 Avg.:		0.97			
(Zone 1 + Zone 5) / Overall Avg.:		2.16			

Batch Analysis Parameters

Number of Samples In Batch:	5	Linear Resolution Step Size:	2
Target Panel Thickness:	0.000 mm	Time To Thickness:	0 Sec.
Measured Panel Thickness:	0.000 mm	Time to Decompression:	0 Sec.
Target Weight:	0.000 kg	Surface Moisture Content:	0.000 %
Measured Weight:	0.000 kg	Core Moisture Content:	0.000 %
Furnish Thickness:	0.000 mm	Average Sample Beam Length:	50.058 mm
Press Temperature:	0 °C	Average Sample Height:	50.004 mm
Mill Number:	doutorado marcus	Average Sample Thickness:	12.164 mm
Press Load Number:		Average Sample Weight:	21.90 g
Species Mix:			
Comments:			

*See Sample Summary Report for Process Information Relative to this batch.
 NOTE: THIS REPORT ASSUMES ALL SAMPLES IN THE BATCH ARE OF SIMILAR NOMINAL THICKNESS.

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 06:41:48
Page: 2 of 3

Density Analysis (kg/m3)

Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density
1	0.000	276.93	61	2.400	744.53	121	4.800	618.89			
2	0.040	411.03	62	2.440	742.54	122	4.840	622.77			
3	0.080	522.17	63	2.480	736.95	123	4.880	621.01			
4	0.120	588.59	64	2.520	734.21	124	4.920	615.77			
5	0.160	640.04	65	2.560	729.92	125	4.960	618.59			
6	0.200	667.02	66	2.600	729.79	126	5.000	617.52			
7	0.240	684.24	67	2.640	728.43	127	5.040	614.45			
8	0.280	701.74	68	2.680	721.34	128	5.080	618.05			
9	0.320	721.36	69	2.720	716.97	129	5.120	613.21			
10	0.360	735.28	70	2.760	714.21	130	5.160	614.28			
11	0.400	751.68	71	2.800	712.39	131	5.200	616.06			
12	0.440	765.71	72	2.840	707.58	132	5.240	617.19			
13	0.480	783.21	73	2.880	703.41	133	5.280	615.50			
14	0.520	802.07	74	2.920	701.13	134	5.320	610.77			
15	0.560	812.61	75	2.960	697.71	135	5.360	611.73			
16	0.600	826.98	76	3.000	693.98	136	5.400	609.62			
17	0.640	835.04	77	3.040	690.28	137	5.440	613.80			
18	0.680	847.65	78	3.080	685.81	138	5.480	610.16			
19	0.720	857.77	79	3.120	683.25	139	5.520	608.49			
20	0.760	858.09	80	3.160	678.84	140	5.560	610.98			
21	0.800	858.12	81	3.200	679.14	141	5.600	607.37			
22	0.840	861.91	82	3.240	675.33	142	5.640	604.91			
23	0.880	862.59	83	3.280	676.04	143	5.680	606.57			
24	0.920	866.44	84	3.320	675.58	144	5.720	604.55			
25	0.960	865.54	85	3.360	674.99	145	5.760	599.50			
26	1.000	869.17	86	3.400	672.65	146	5.800	599.72			
27	1.040	868.83	87	3.440	671.93	147	5.840	600.35			
28	1.080	866.20	88	3.480	669.20	148	5.880	597.02			
29	1.120	866.62	89	3.520	666.30	149	5.920	599.04			
30	1.160	864.48	90	3.560	663.28	150	5.960	596.60			
31	1.200	859.99	91	3.600	662.69	151	6.000	596.19			
32	1.240	860.63	92	3.640	661.41	152	6.040	594.64			
33	1.280	855.63	93	3.680	661.37	153	6.080	595.79			
34	1.320	853.92	94	3.720	655.95	154	6.120	594.11			
35	1.360	852.92	95	3.760	657.21	155	6.160	598.65			
36	1.400	843.78	96	3.800	656.39	156	6.200	598.36			
37	1.440	840.67	97	3.840	655.09	157	6.240	598.33			
38	1.480	835.33	98	3.880	650.01	158	6.280	598.50			
39	1.520	832.64	99	3.920	651.94	159	6.320	598.48			
40	1.560	829.39	100	3.960	650.89	160	6.360	597.22			
41	1.600	825.86	101	4.000	648.39	161	6.400	596.07			
42	1.640	822.14	102	4.040	645.60	162	6.440	595.05			
43	1.680	814.11	103	4.080	643.72	163	6.480	598.10			
44	1.720	816.65	104	4.120	643.96	164	6.520	594.05			
45	1.760	810.18	105	4.160	640.08	165	6.560	595.37			
46	1.800	806.40	106	4.200	637.67	166	6.600	597.41			
47	1.840	804.91	107	4.240	636.84	167	6.640	599.07			
48	1.880	797.94	108	4.280	635.23	168	6.680	598.24			
49	1.920	793.35	109	4.320	630.44	169	6.720	600.27			
50	1.960	786.71	110	4.360	632.37	170	6.760	601.20			
51	2.000	786.02	111	4.400	631.56	171	6.800	602.56			
52	2.040	778.52	112	4.440	633.03	172	6.840	606.61			
53	2.080	776.65	113	4.480	632.72	173	6.880	604.96			
54	2.120	770.80	114	4.520	634.02	174	6.920	607.09			
55	2.160	767.11	115	4.560	631.47	175	6.960	606.27			
56	2.200	763.75	116	4.600	627.77	176	7.000	604.71			
57	2.240	757.95	117	4.640	624.29	177	7.040	604.99			
58	2.280	757.36	118	4.680	624.55	178	7.080	607.06			
59	2.320	752.89	119	4.720	623.29	179	7.120	607.29			
60	2.360	752.70	120	4.760	621.98	180	7.160	608.17			

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 06:41:48
Page: 3 of 3

Density Analysis (kg/m3)

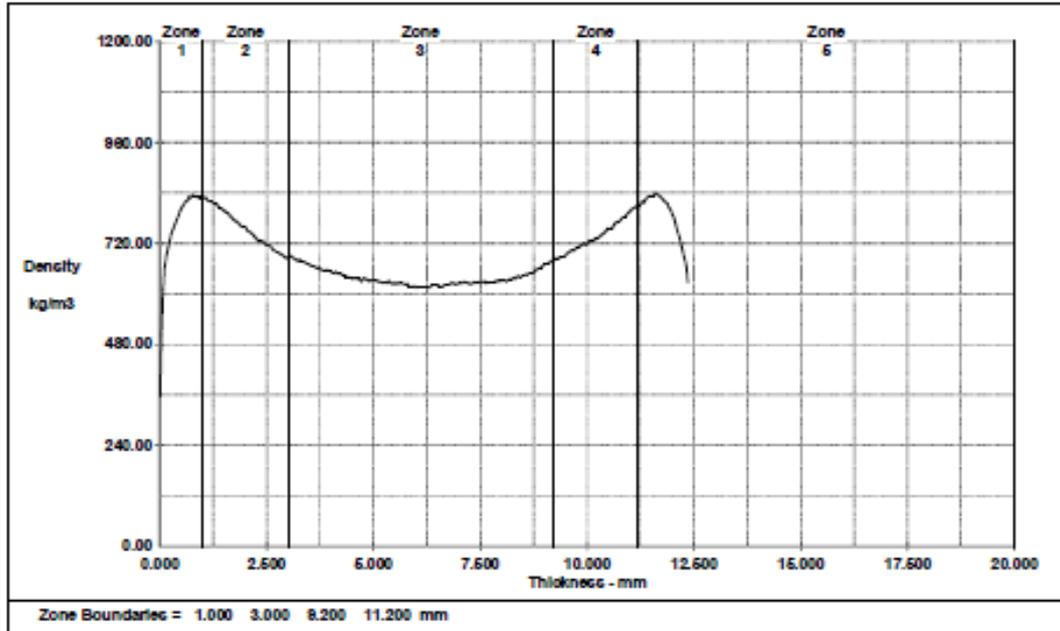
<u>Step</u>	<u>umer</u>	<u>Position</u>	<u>Density</u>	<u>Step</u>	<u>umer</u>	<u>Position</u>	<u>Density</u>	<u>Step</u>	<u>umer</u>	<u>Position</u>	<u>Density</u>
181	7.200		606.92	241	9.600		690.00	301	12.000		775.30
182	7.240		610.54	242	9.640		690.45	302	12.040		763.29
183	7.280		609.77	243	9.680		696.32	303	12.080		748.76
184	7.320		607.82	244	9.720		696.51	304	12.120		735.59
185	7.360		610.30	245	9.760		698.14	305	12.160		722.78
186	7.400		609.55	246	9.800		701.67	306	12.200		707.42
187	7.440		610.84	247	9.840		704.19	307	12.240		672.91
188	7.480		609.35	248	9.880		708.31				
189	7.520		611.27	249	9.920		711.74				
190	7.560		609.50	250	9.960		718.23				
191	7.600		613.02	251	10.000		720.70				
192	7.640		614.01	252	10.040		720.38				
193	7.680		616.66	253	10.080		723.42				
194	7.720		617.71	254	10.120		732.65				
195	7.760		618.07	255	10.160		735.47				
196	7.800		620.63	256	10.200		735.80				
197	7.840		621.17	257	10.240		743.63				
198	7.880		621.78	258	10.280		746.07				
199	7.920		623.90	259	10.320		749.13				
200	7.960		624.28	260	10.360		748.20				
201	8.000		622.15	261	10.400		755.20				
202	8.040		621.50	262	10.440		760.00				
203	8.080		624.00	263	10.480		763.30				
204	8.120		627.75	264	10.520		761.10				
205	8.160		628.49	265	10.560		765.94				
206	8.200		628.20	266	10.600		769.21				
207	8.240		632.67	267	10.640		773.10				
208	8.280		635.03	268	10.680		773.50				
209	8.320		635.89	269	10.720		779.72				
210	8.360		639.52	270	10.760		783.48				
211	8.400		637.98	271	10.800		783.69				
212	8.440		639.29	272	10.840		787.25				
213	8.480		643.79	273	10.880		791.13				
214	8.520		642.48	274	10.920		789.47				
215	8.560		643.75	275	10.960		794.77				
216	8.600		648.50	276	11.000		798.84				
217	8.640		644.44	277	11.040		801.25				
218	8.680		646.77	278	11.080		800.30				
219	8.720		648.62	279	11.120		806.00				
220	8.760		650.03	280	11.160		809.46				
221	8.800		651.81	281	11.200		811.35				
222	8.840		652.84	282	11.240		814.64				
223	8.880		654.41	283	11.280		818.33				
224	8.920		659.15	284	11.320		816.00				
225	8.960		659.68	285	11.360		819.18				
226	9.000		661.76	286	11.400		819.59				
227	9.040		660.40	287	11.440		822.52				
228	9.080		662.43	288	11.480		822.38				
229	9.120		662.83	289	11.520		822.19				
230	9.160		662.57	290	11.560		819.64				
231	9.200		664.07	291	11.600		819.96				
232	9.240		664.36	292	11.640		813.07				
233	9.280		663.73	293	11.680		814.42				
234	9.320		664.64	294	11.720		812.29				
235	9.360		669.84	295	11.760		809.55				
236	9.400		670.16	296	11.800		805.38				
237	9.440		673.89	297	11.840		801.43				
238	9.480		676.39	298	11.880		799.66				
239	9.520		679.60	299	11.920		792.42				
240	9.560		682.86	300	11.960		788.28				

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: Doutorado Marcus, 60% Euca+ 40% Coco
 Operator: Marcus

Date: January 20, 2018
 Time: 07:11:03
 Page: 1 of 3



Batch Average Density Analysis (kg/m3)

Batch Average Density: 696.30

<u>Zone Analysis</u>	<u>Zone 1/Pos.</u>	<u>Zone 2/Pos.</u>	<u>Zone 3/Pos.</u>	<u>Zone 4/Pos.</u>	<u>Zone 5/Pos.</u>					
Maximum Point Density:	844.16	0.680	832.63	1.040	696.58	4.240	810.82	11.120	841.55	11.520
Minimum Point Density:	356.21	0.000	683.67	2.920	604.20	6.440	675.61	9.200	433.62	12.480
Average Zone Density:	751.83		758.67		638.96		735.23		768.26	

Ratio Analysis

Zone Avg. / Overall Avg.:	1.08		1.09		0.92		1.06		1.10	
Zone 1 Avg. / Zone 5 Avg.:			0.98							
(Zone 1 + Zone 5) / Overall Avg.:			2.18							

Batch Analysis Parameters

Number of Samples In Batch:	5	Linear Resolution Step Size:	2
Target Panel Thickness:	0.000 mm	Time To Thickness:	0 Sec.
Measured Panel Thickness:	0.000 mm	Time to Decompression:	0 Sec.
Target Weight:	0.000 kg	Surface Moisture Content:	0.000 %
Measured Weight:	0.000 kg	Core Moisture Content:	0.000 %
Furnish Thickness:	0.000 mm	Average Sample Beam Length:	50.080 mm
Press Temperature:	0 °C	Average Sample Height:	50.046 mm
Mill Number:	doutorado marcus	Average Sample Thickness:	12.250 mm
Press Load Number:		Average Sample Weight:	22.08 g
Species Mix:			
Comments:			

*See Sample Summary Report for Process Information Relative to this batch.
 NOTE: THIS REPORT ASSUMES ALL SAMPLES IN THE BATCH ARE OF SIMILAR NOMINAL THICKNESS.

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 07:11:04
Page: 2 of 3

Density Analysis (kg/m3)

Step	umer Position	Density	Step	umer Position	Density	Step	umer Position	Density
1	0.000	356.21	61	2.400	724.47	121	4.800	636.64
2	0.040	503.17	62	2.440	723.60	122	4.840	635.43
3	0.080	609.63	63	2.480	717.78	123	4.880	633.10
4	0.120	663.66	64	2.520	715.63	124	4.920	630.57
5	0.160	694.73	65	2.560	715.13	125	4.960	633.53
6	0.200	710.41	66	2.600	713.17	126	5.000	631.68
7	0.240	726.91	67	2.640	706.91	127	5.040	632.69
8	0.280	744.08	68	2.680	704.34	128	5.080	631.02
9	0.320	756.18	69	2.720	700.73	129	5.120	629.89
10	0.360	767.31	70	2.760	700.50	130	5.160	628.58
11	0.400	775.26	71	2.800	696.17	131	5.200	627.55
12	0.440	787.18	72	2.840	694.53	132	5.240	626.75
13	0.480	798.22	73	2.880	691.59	133	5.280	627.41
14	0.520	806.44	74	2.920	688.49	134	5.320	626.94
15	0.560	811.64	75	2.960	684.63	135	5.360	630.79
16	0.600	819.64	76	3.000	687.24	136	5.400	625.98
17	0.640	821.46	77	3.040	688.36	137	5.440	624.68
18	0.680	830.22	78	3.080	690.13	138	5.480	623.06
19	0.720	828.20	79	3.120	686.30	139	5.520	626.02
20	0.760	835.13	80	3.160	683.14	140	5.560	623.04
21	0.800	832.09	81	3.200	680.12	141	5.600	626.00
22	0.840	832.58	82	3.240	678.06	142	5.640	624.76
23	0.880	830.14	83	3.280	682.13	143	5.680	625.14
24	0.920	829.05	84	3.320	677.38	144	5.720	622.99
25	0.960	826.10	85	3.360	676.62	145	5.760	621.51
26	1.000	829.41	86	3.400	676.01	146	5.800	623.26
27	1.040	828.51	87	3.440	672.38	147	5.840	619.03
28	1.080	829.06	88	3.480	672.14	148	5.880	619.30
29	1.120	823.99	89	3.520	668.62	149	5.920	618.04
30	1.160	821.32	90	3.560	666.65	150	5.960	614.98
31	1.200	820.15	91	3.600	666.81	151	6.000	617.74
32	1.240	819.74	92	3.640	663.62	152	6.040	615.68
33	1.280	812.80	93	3.680	660.79	153	6.080	615.66
34	1.320	813.14	94	3.720	662.82	154	6.120	615.27
35	1.360	810.68	95	3.760	658.01	155	6.160	614.79
36	1.400	804.20	96	3.800	657.48	156	6.200	615.77
37	1.440	803.82	97	3.840	656.40	157	6.240	615.46
38	1.480	799.95	98	3.880	656.29	158	6.280	616.55
39	1.520	798.08	99	3.920	657.17	159	6.320	615.97
40	1.560	793.76	100	3.960	654.41	160	6.360	620.00
41	1.600	792.72	101	4.000	654.92	161	6.400	620.42
42	1.640	785.50	102	4.040	650.36	162	6.440	620.14
43	1.680	783.75	103	4.080	648.93	163	6.480	620.12
44	1.720	776.42	104	4.120	652.06	164	6.520	621.52
45	1.760	774.17	105	4.160	647.30	165	6.560	617.06
46	1.800	772.40	106	4.200	646.95	166	6.600	616.98
47	1.840	769.22	107	4.240	648.91	167	6.640	618.10
48	1.880	763.84	108	4.280	645.45	168	6.680	622.29
49	1.920	759.13	109	4.320	644.61	169	6.720	621.80
50	1.960	760.98	110	4.360	640.83	170	6.760	621.72
51	2.000	760.50	111	4.400	640.93	171	6.800	623.57
52	2.040	752.56	112	4.440	639.21	172	6.840	626.15
53	2.080	748.90	113	4.480	638.32	173	6.880	625.18
54	2.120	747.58	114	4.520	636.47	174	6.920	622.50
55	2.160	743.92	115	4.560	639.02	175	6.960	623.18
56	2.200	738.82	116	4.600	636.20	176	7.000	625.26
57	2.240	735.37	117	4.640	636.45	177	7.040	625.38
58	2.280	729.71	118	4.680	635.45	178	7.080	626.42
59	2.320	725.89	119	4.720	630.38	179	7.120	627.89
60	2.360	725.84	120	4.760	637.16	180	7.160	626.30

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 07:11:04
Page: 3 of 3

Density Analysis (kg/m3)

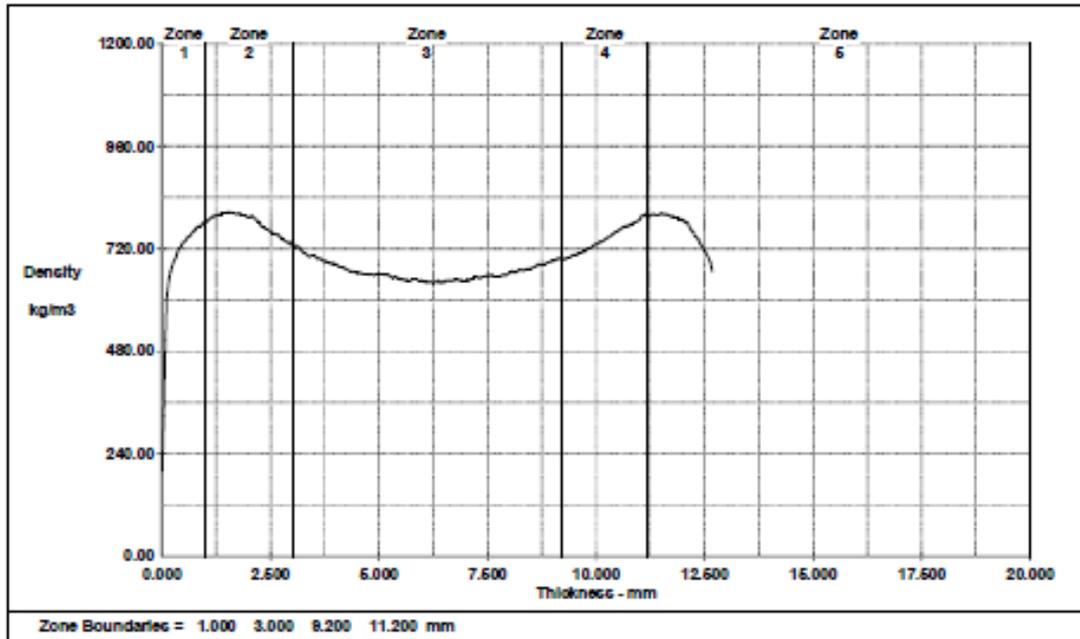
Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density
181	7.200	627.43	241	9.600	701.05	301	12.000	790.76			
182	7.240	625.27	242	9.640	705.55	302	12.040	779.59			
183	7.280	623.05	243	9.680	703.22	303	12.080	764.32			
184	7.320	624.99	244	9.720	706.78	304	12.120	750.04			
185	7.360	628.13	245	9.760	710.39	305	12.160	734.63			
186	7.400	625.92	246	9.800	711.00	306	12.200	718.07			
187	7.440	626.25	247	9.840	713.34	307	12.240	703.16			
188	7.480	629.49	248	9.880	716.44	308	12.280	687.02			
189	7.520	624.64	249	9.920	720.53	309	12.320	668.08			
190	7.560	628.79	250	9.960	715.25	310	12.360	627.10			
191	7.600	630.14	251	10.000	718.78						
192	7.640	624.77	252	10.040	726.14						
193	7.680	628.49	253	10.080	724.70						
194	7.720	628.76	254	10.120	724.33						
195	7.760	627.84	255	10.160	728.72						
196	7.800	629.44	256	10.200	730.76						
197	7.840	628.89	257	10.240	730.96						
198	7.880	631.08	258	10.280	734.36						
199	7.920	630.45	259	10.320	739.17						
200	7.960	632.73	260	10.360	741.14						
201	8.000	631.83	261	10.400	744.21						
202	8.040	631.38	262	10.440	749.55						
203	8.080	631.98	263	10.480	756.18						
204	8.120	630.01	264	10.520	756.82						
205	8.160	634.68	265	10.560	757.52						
206	8.200	635.25	266	10.600	758.22						
207	8.240	633.72	267	10.640	766.18						
208	8.280	638.49	268	10.680	769.58						
209	8.320	635.73	269	10.720	772.47						
210	8.360	641.11	270	10.760	773.02						
211	8.400	642.53	271	10.800	778.09						
212	8.440	638.98	272	10.840	781.82						
213	8.480	643.96	273	10.880	783.26						
214	8.520	643.54	274	10.920	787.32						
215	8.560	645.65	275	10.960	792.77						
216	8.600	644.56	276	11.000	795.74						
217	8.640	648.92	277	11.040	800.75						
218	8.680	649.34	278	11.080	802.76						
219	8.720	649.82	279	11.120	804.93						
220	8.760	651.81	280	11.160	809.24						
221	8.800	656.70	281	11.200	811.92						
222	8.840	658.28	282	11.240	809.16						
223	8.880	661.83	283	11.280	819.13						
224	8.920	662.43	284	11.320	816.37						
225	8.960	665.77	285	11.360	822.86						
226	9.000	672.17	286	11.400	827.91						
227	9.040	671.46	287	11.440	832.24						
228	9.080	672.52	288	11.480	833.24						
229	9.120	675.05	289	11.520	834.01						
230	9.160	676.58	290	11.560	833.79						
231	9.200	681.26	291	11.600	838.55						
232	9.240	680.73	292	11.640	837.35						
233	9.280	684.93	293	11.680	833.90						
234	9.320	685.27	294	11.720	830.50						
235	9.360	687.11	295	11.760	827.21						
236	9.400	687.57	296	11.800	821.67						
237	9.440	688.61	297	11.840	818.82						
238	9.480	688.97	298	11.880	814.83						
239	9.520	694.96	299	11.920	804.95						
240	9.560	697.58	300	11.960	800.31						

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: Doutorado Marcus, 40% Euca + 60% Coco
 Operator: Marcus

Date: January 20, 2018
 Time: 07:45:56
 Page: 1 of 3



Batch Average Density Analysis (kg/m3)

Batch Average Density: 708.15

Zone Analysis	Zone 1/Pos.	Zone 2/Pos.	Zone 3/Pos.	Zone 4/Pos.	Zone 5/Pos.
Maximum Point Density:	781.33 0.920	821.68 1.440	732.81 3.000	803.66 11.040	815.74 11.520
Minimum Point Density:	201.04 0.000	726.81 2.160	634.22 6.280	693.58 9.240	333.65 12.920
Average Zone Density:	682.04	781.51	667.07	742.21	743.04

Ratio Analysis

Zone Avg. / Overall Avg.:	0.96	1.10	0.94	1.05	1.05
Zone 1 Avg. / Zone 5 Avg.:		0.92			
(Zone 1 + Zone 5) / Overall Avg.:		2.01			

Batch Analysis Parameters

Number of Samples In Batch:	5	Linear Resolution Step Size:	2
Target Panel Thickness:	0.000 mm	Time To Thickness:	0 Sec.
Measured Panel Thickness:	0.000 mm	Time to Decompression:	0 Sec.
Target Weight:	0.000 kg	Surface Moisture Content:	0.000 %
Measured Weight:	0.000 kg	Core Moisture Content:	0.000 %
Furnish Thickness:	0.000 mm	Average Sample Beam Length:	50.094 mm
Press Temperature:	0 °C	Average Sample Height:	50.100 mm
Mill Number:	doutorado marcus	Average Sample Thickness:	12.642 mm
Press Load Number:		Average Sample Weight:	23.22 g
Species Mix:			
Comments:			

*See Sample Summary Report for Process Information Relative to this batch.
 NOTE: THIS REPORT ASSUMES ALL SAMPLES IN THE BATCH ARE OF SIMILAR NOMINAL THICKNESS.

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 07:45:56
Page: 2 of 3

Density Analysis (kg/m3)

Step	umer Position	Density	Step	umer Position	Density	Step	umer Position	Density
1	0.000	201.04	61	2.400	765.28	121	4.800	659.65
2	0.040	329.77	62	2.440	765.66	122	4.840	661.14
3	0.080	506.64	63	2.480	762.44	123	4.880	657.96
4	0.120	609.25	64	2.520	759.28	124	4.920	658.84
5	0.160	648.64	65	2.560	757.22	125	4.960	660.85
6	0.200	667.10	66	2.600	757.47	126	5.000	660.58
7	0.240	678.78	67	2.640	752.93	127	5.040	660.60
8	0.280	690.80	68	2.680	754.91	128	5.080	660.35
9	0.320	699.49	69	2.720	747.93	129	5.120	657.93
10	0.360	712.78	70	2.760	742.40	130	5.160	658.15
11	0.400	721.27	71	2.800	741.01	131	5.200	660.50
12	0.440	725.49	72	2.840	738.33	132	5.240	657.54
13	0.480	734.28	73	2.880	736.43	133	5.280	656.40
14	0.520	735.76	74	2.920	734.08	134	5.320	651.50
15	0.560	740.67	75	2.960	736.20	135	5.360	654.97
16	0.600	748.36	76	3.000	728.44	136	5.400	653.97
17	0.640	750.12	77	3.040	731.45	137	5.440	650.54
18	0.680	754.68	78	3.080	722.99	138	5.480	650.63
19	0.720	761.74	79	3.120	724.96	139	5.520	647.90
20	0.760	763.00	80	3.160	723.86	140	5.560	648.77
21	0.800	768.73	81	3.200	718.67	141	5.600	646.08
22	0.840	772.29	82	3.240	713.37	142	5.640	647.72
23	0.880	773.46	83	3.280	708.66	143	5.680	646.17
24	0.920	775.77	84	3.320	708.48	144	5.720	646.31
25	0.960	781.17	85	3.360	705.77	145	5.760	646.90
26	1.000	783.34	86	3.400	701.01	146	5.800	647.19
27	1.040	784.44	87	3.440	703.57	147	5.840	646.81
28	1.080	788.80	88	3.480	703.58	148	5.880	646.79
29	1.120	791.17	89	3.520	704.44	149	5.920	645.07
30	1.160	794.70	90	3.560	700.90	150	5.960	645.10
31	1.200	797.88	91	3.600	696.14	151	6.000	646.69
32	1.240	796.40	92	3.640	698.22	152	6.040	641.97
33	1.280	799.41	93	3.680	694.77	153	6.080	642.66
34	1.320	801.12	94	3.720	690.87	154	6.120	641.79
35	1.360	800.96	95	3.760	692.47	155	6.160	644.00
36	1.400	803.23	96	3.800	687.64	156	6.200	642.61
37	1.440	802.93	97	3.840	689.03	157	6.240	641.35
38	1.480	803.89	98	3.880	685.32	158	6.280	641.79
39	1.520	805.87	99	3.920	687.65	159	6.320	643.23
40	1.560	805.54	100	3.960	685.10	160	6.360	645.99
41	1.600	805.48	101	4.000	684.49	161	6.400	640.55
42	1.640	804.23	102	4.040	682.28	162	6.440	644.32
43	1.680	803.84	103	4.080	678.12	163	6.480	641.27
44	1.720	801.83	104	4.120	677.11	164	6.520	642.98
45	1.760	802.22	105	4.160	676.88	165	6.560	646.73
46	1.800	802.91	106	4.200	675.21	166	6.600	645.11
47	1.840	798.91	107	4.240	673.07	167	6.640	646.65
48	1.880	799.14	108	4.280	670.24	168	6.680	645.26
49	1.920	798.34	109	4.320	667.73	169	6.720	646.13
50	1.960	795.22	110	4.360	667.85	170	6.760	649.39
51	2.000	793.16	111	4.400	666.97	171	6.800	649.13
52	2.040	795.57	112	4.440	664.60	172	6.840	646.67
53	2.080	797.29	113	4.480	664.96	173	6.880	646.85
54	2.120	792.47	114	4.520	662.65	174	6.920	645.70
55	2.160	789.88	115	4.560	663.56	175	6.960	645.80
56	2.200	783.86	116	4.600	662.07	176	7.000	645.71
57	2.240	783.87	117	4.640	660.33	177	7.040	650.39
58	2.280	775.64	118	4.680	661.17	178	7.080	644.80
59	2.320	770.51	119	4.720	660.70	179	7.120	650.41
60	2.360	769.98	120	4.760	659.51	180	7.160	650.45

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: doutorado marcus
Operator: doutorado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 07:45:56
Page: 3 of 3

Density Analysis (kg/m3)

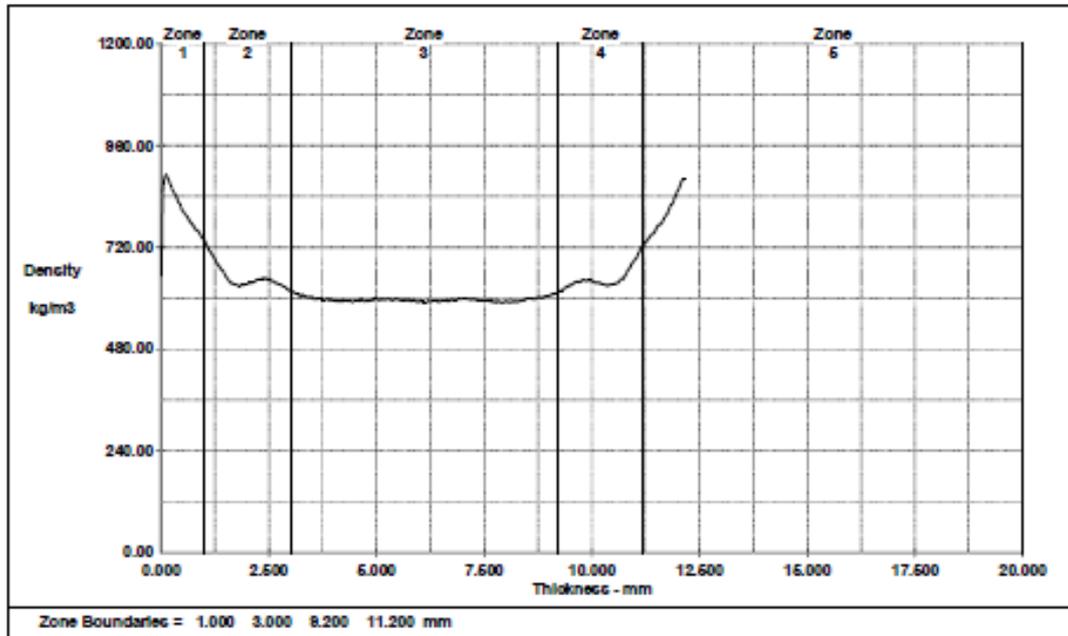
Step	umer Position	Density	Step	umer Position	Density	Step	umer Position	Density
181	7.200	653.73	241	9.600	709.98	301	12.000	789.11
182	7.240	654.16	242	9.640	709.91	302	12.040	784.18
183	7.280	653.21	243	9.680	713.08	303	12.080	780.04
184	7.320	650.66	244	9.720	713.59	304	12.120	780.95
185	7.360	653.17	245	9.760	714.41	305	12.160	768.55
186	7.400	653.57	246	9.800	722.70	306	12.200	762.70
187	7.440	655.84	247	9.840	720.60	307	12.240	758.99
188	7.480	657.59	248	9.880	721.21	308	12.280	749.87
189	7.520	656.31	249	9.920	727.72	309	12.320	746.09
190	7.560	657.80	250	9.960	728.46	310	12.360	741.97
191	7.600	658.64	251	10.000	731.78	311	12.400	732.05
192	7.640	653.77	252	10.040	731.61	312	12.440	725.88
193	7.680	655.85	253	10.080	737.20	313	12.480	718.31
194	7.720	655.90	254	10.120	736.41	314	12.520	712.11
195	7.760	656.52	255	10.160	738.95	315	12.560	705.85
196	7.800	656.60	256	10.200	742.68	316	12.600	696.82
197	7.840	658.31	257	10.240	744.39	317	12.640	686.78
198	7.880	658.58	258	10.280	746.79	318	12.680	667.30
199	7.920	658.26	259	10.320	748.39			
200	7.960	659.98	260	10.360	752.84			
201	8.000	663.63	261	10.400	754.29			
202	8.040	664.84	262	10.440	759.29			
203	8.080	667.82	263	10.480	760.98			
204	8.120	664.68	264	10.520	763.05			
205	8.160	664.72	265	10.560	764.97			
206	8.200	668.51	266	10.600	769.21			
207	8.240	671.39	267	10.640	773.53			
208	8.280	671.20	268	10.680	772.89			
209	8.320	669.68	269	10.720	774.14			
210	8.360	671.16	270	10.760	771.97			
211	8.400	673.57	271	10.800	779.28			
212	8.440	673.83	272	10.840	778.57			
213	8.480	673.96	273	10.880	783.02			
214	8.520	674.33	274	10.920	783.19			
215	8.560	677.02	275	10.960	785.00			
216	8.600	677.89	276	11.000	786.95			
217	8.640	681.78	277	11.040	796.10			
218	8.680	683.84	278	11.080	798.24			
219	8.720	682.09	279	11.120	798.08			
220	8.760	685.43	280	11.160	802.69			
221	8.800	685.06	281	11.200	801.70			
222	8.840	685.93	282	11.240	796.90			
223	8.880	687.57	283	11.280	799.97			
224	8.920	688.79	284	11.320	801.02			
225	8.960	690.51	285	11.360	800.50			
226	9.000	691.91	286	11.400	799.16			
227	9.040	691.15	287	11.440	799.97			
228	9.080	695.66	288	11.480	801.41			
229	9.120	696.33	289	11.520	803.46			
230	9.160	697.92	290	11.560	800.75			
231	9.200	694.65	291	11.600	800.32			
232	9.240	696.15	292	11.640	801.41			
233	9.280	695.87	293	11.680	798.44			
234	9.320	697.70	294	11.720	794.77			
235	9.360	700.90	295	11.760	797.23			
236	9.400	699.52	296	11.800	792.55			
237	9.440	704.01	297	11.840	792.63			
238	9.480	705.98	298	11.880	792.47			
239	9.520	707.05	299	11.920	789.92			
240	9.560	705.00	300	11.960	789.94			

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: Doutorado Marcus, Comercial
Operator: Marcus

Date: January 20, 2018
Time: 12:46:51
Page: 1 of 3



Batch Average Density Analysis (kg/m3)

Batch Average Density: 648.37

Zone Analysis	Zone 1/Pos.	Zone 2/Pos.	Zone 3/Pos.	Zone 4/Pos.	Zone 5/Pos.					
Maximum Point Density:	921.68	0.040	737.90	1.000	621.25	4.240	722.77	11.120	892.83	12.160
Minimum Point Density:	645.26	0.160	615.03	2.280	583.95	6.400	611.46	9.160	665.50	11.800
Average Zone Density:	807.31		652.05		596.77		644.82		797.02	

Ratio Analysis

Zone Avg. / Overall Avg.:	1.25		1.01		0.92		0.99		1.23	
Zone 1 Avg. / Zone 5 Avg.:			1.01							
(Zone 1 + Zone 5) / Overall Avg.:			2.47							

Batch Analysis Parameters

Number of Samples In Batch:	5	Linear Resolution Step Size:	2
Target Panel Thickness:	0.000 mm	Time To Thickness:	0 Sec.
Measured Panel Thickness:	0.000 mm	Time to Decompression:	0 Sec.
Target Weight:	0.000 kg	Surface Moisture Content:	0.000 %
Measured Weight:	0.000 kg	Core Moisture Content:	0.000 %
Furnish Thickness:	0.000 mm	Average Sample Beam Length:	50.170 mm
Press Temperature:	0 °C	Average Sample Height:	50.376 mm
Mill Number:	mestrado marcus	Average Sample Thickness:	12.298 mm
Press Load Number:		Average Sample Weight:	21.72 g
Species Mix:			
Comments:			

*See Sample Summary Report for Process Information Relative to this batch.

NOTE: THIS REPORT ASSUMES ALL SAMPLES IN THE BATCH ARE OF SIMILAR NOMINAL THICKNESS.

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: mestrado marcus
Operator: mestrado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 12:46:51
Page: 2 of 3

Density Analysis (kg/m3)

<u>Step</u>	<u>umer</u>	<u>Position</u>	<u>Density</u>	<u>Step</u>	<u>umer</u>	<u>Position</u>	<u>Density</u>	<u>Step</u>	<u>umer</u>	<u>Position</u>	<u>Density</u>
1	0.000	653.50		61	2.400	648.11		121	4.800	593.44	
2	0.040	855.00		62	2.440	644.63		122	4.840	592.68	
3	0.080	883.85		63	2.480	646.40		123	4.880	596.69	
4	0.120	892.91		64	2.520	646.19		124	4.920	594.37	
5	0.160	882.30		65	2.560	642.71		125	4.960	597.36	
6	0.200	873.22		66	2.600	639.96		126	5.000	597.37	
7	0.240	863.93		67	2.640	637.93		127	5.040	595.29	
8	0.280	854.55		68	2.680	635.91		128	5.080	596.96	
9	0.320	845.59		69	2.720	633.84		129	5.120	596.59	
10	0.360	839.66		70	2.760	632.27		130	5.160	597.56	
11	0.400	828.07		71	2.800	631.02		131	5.200	596.74	
12	0.440	821.72		72	2.840	627.44		132	5.240	598.34	
13	0.480	810.38		73	2.880	627.17		133	5.280	599.04	
14	0.520	805.46		74	2.920	621.68		134	5.320	598.59	
15	0.560	798.52		75	2.960	619.73		135	5.360	593.97	
16	0.600	794.07		76	3.000	617.68		136	5.400	596.43	
17	0.640	786.18		77	3.040	616.02		137	5.440	597.64	
18	0.680	780.66		78	3.080	614.20		138	5.480	598.84	
19	0.720	775.56		79	3.120	612.04		139	5.520	596.58	
20	0.760	769.05		80	3.160	611.85		140	5.560	596.12	
21	0.800	762.58		81	3.200	608.94		141	5.600	596.90	
22	0.840	759.99		82	3.240	603.53		142	5.640	596.87	
23	0.880	756.14		83	3.280	609.14		143	5.680	596.97	
24	0.920	748.50		84	3.320	603.75		144	5.720	594.80	
25	0.960	741.41		85	3.360	605.36		145	5.760	595.09	
26	1.000	737.90		86	3.400	601.38		146	5.800	592.80	
27	1.040	730.06		87	3.440	602.46		147	5.840	595.97	
28	1.080	722.07		88	3.480	601.52		148	5.880	595.03	
29	1.120	714.45		89	3.520	602.67		149	5.920	593.75	
30	1.160	707.60		90	3.560	598.73		150	5.960	591.24	
31	1.200	701.69		91	3.600	599.50		151	6.000	592.04	
32	1.240	695.02		92	3.640	597.65		152	6.040	591.39	
33	1.280	686.56		93	3.680	597.72		153	6.080	591.89	
34	1.320	678.98		94	3.720	597.20		154	6.120	590.27	
35	1.360	674.16		95	3.760	594.64		155	6.160	591.37	
36	1.400	667.83		96	3.800	595.07		156	6.200	592.24	
37	1.440	664.22		97	3.840	598.38		157	6.240	591.44	
38	1.480	656.40		98	3.880	598.88		158	6.280	593.00	
39	1.520	649.53		99	3.920	594.61		159	6.320	594.73	
40	1.560	644.69		100	3.960	596.57		160	6.360	594.21	
41	1.600	637.74		101	4.000	595.45		161	6.400	594.52	
42	1.640	636.60		102	4.040	595.13		162	6.440	591.58	
43	1.680	633.77		103	4.080	592.43		163	6.480	593.20	
44	1.720	632.17		104	4.120	593.76		164	6.520	594.86	
45	1.760	631.46		105	4.160	591.71		165	6.560	594.12	
46	1.800	630.26		106	4.200	591.80		166	6.600	594.78	
47	1.840	630.33		107	4.240	594.85		167	6.640	593.81	
48	1.880	631.17		108	4.280	593.90		168	6.680	593.49	
49	1.920	631.25		109	4.320	594.19		169	6.720	595.78	
50	1.960	633.35		110	4.360	592.35		170	6.760	597.25	
51	2.000	633.92		111	4.400	593.47		171	6.800	595.49	
52	2.040	636.26		112	4.440	592.00		172	6.840	595.14	
53	2.080	636.63		113	4.480	592.35		173	6.880	597.41	
54	2.120	637.98		114	4.520	592.19		174	6.920	597.33	
55	2.160	638.33		115	4.560	592.98		175	6.960	599.69	
56	2.200	641.98		116	4.600	592.53		176	7.000	597.32	
57	2.240	645.12		117	4.640	598.98		177	7.040	598.07	
58	2.280	644.93		118	4.680	594.10		178	7.080	597.38	
59	2.320	646.74		119	4.720	592.67		179	7.120	599.08	
60	2.360	646.27		120	4.760	594.57		180	7.160	597.54	

QMS Density Profile System - v2.02 USB

Batch Summary Report - Scan Profile

Batch File: mestrado marcus
Operator: mestrado marcus

Date: Apr 10, 2012
Time: 12:46:51
Page: 3 of 3

Density Analysis (kg/m3)

Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density	Step	umer	Position	Density
181		7.200	596.65	241		9.600	637.07	301		12.000	853.72
182		7.240	597.38	242		9.640	639.94	302		12.040	864.42
183		7.280	599.00	243		9.680	639.82	303		12.080	875.04
184		7.320	595.87	244		9.720	637.73	304		12.120	881.07
185		7.360	594.63	245		9.760	640.92	305		12.160	881.49
186		7.400	595.66	246		9.800	644.68				
187		7.440	595.87	247		9.840	642.81				
188		7.480	594.01	248		9.880	640.79				
189		7.520	595.07	249		9.920	642.54				
190		7.560	594.05	250		9.960	642.16				
191		7.600	596.67	251		10.000	640.71				
192		7.640	591.91	252		10.040	638.70				
193		7.680	591.91	253		10.080	637.47				
194		7.720	590.29	254		10.120	636.55				
195		7.760	592.53	255		10.160	637.57				
196		7.800	590.05	256		10.200	634.98				
197		7.840	593.77	257		10.240	634.35				
198		7.880	590.83	258		10.280	633.20				
199		7.920	589.96	259		10.320	631.63				
200		7.960	590.57	260		10.360	630.42				
201		8.000	592.38	261		10.400	631.60				
202		8.040	591.12	262		10.440	632.38				
203		8.080	591.63	263		10.480	634.06				
204		8.120	590.98	264		10.520	632.79				
205		8.160	593.79	265		10.560	635.28				
206		8.200	590.92	266		10.600	636.45				
207		8.240	592.91	267		10.640	639.66				
208		8.280	591.40	268		10.680	645.83				
209		8.320	592.85	269		10.720	645.12				
210		8.360	595.08	270		10.760	651.89				
211		8.400	593.90	271		10.800	657.64				
212		8.440	595.39	272		10.840	666.22				
213		8.480	597.29	273		10.880	671.68				
214		8.520	598.49	274		10.920	679.96				
215		8.560	598.26	275		10.960	685.56				
216		8.600	597.26	276		11.000	691.50				
217		8.640	599.66	277		11.040	695.58				
218		8.680	598.60	278		11.080	705.35				
219		8.720	599.97	279		11.120	712.02				
220		8.760	602.07	280		11.160	722.17				
221		8.800	600.85	281		11.200	724.46				
222		8.840	601.46	282		11.240	732.05				
223		8.880	601.88	283		11.280	735.28				
224		8.920	605.37	284		11.320	741.31				
225		8.960	605.33	285		11.360	746.80				
226		9.000	605.89	286		11.400	751.49				
227		9.040	608.03	287		11.440	752.63				
228		9.080	609.44	288		11.480	761.33				
229		9.120	612.15	289		11.520	768.71				
230		9.160	611.46	290		11.560	772.14				
231		9.200	613.53	291		11.600	775.78				
232		9.240	615.73	292		11.640	780.14				
233		9.280	619.51	293		11.680	788.71				
234		9.320	618.49	294		11.720	796.35				
235		9.360	623.31	295		11.760	801.66				
236		9.400	624.98	296		11.800	811.86				
237		9.440	628.49	297		11.840	820.95				
238		9.480	629.98	298		11.880	824.10				
239		9.520	630.81	299		11.920	837.12				
240		9.560	632.79	300		11.960	845.96				

APÊNDICE L – Dados Fresamento de Topo

Ensaio Usinagem 7000 RPM - 2000mm/min							
Ensaio	Painel	Rotação	Avanço	Potência média	Máximo de potência 1	Máximo de potência 2	Máximo de potência 3
A	(E) 100%	7000	2000	96,04	125,78	139,50	139,50
B	(E) 80%+ (C) 20%	7000	2000	75,47	108,64	108,64	108,64
C	(E) 60%+ (C) 40%	7000	2000	78,13	108,64	125,78	108,64
D	(E) 40%+ (C) 60%	7000	2000	70,04	91,49	108,64	108,64
E	Comercial	7000	2000	108,35	125,78	139,50	139,50
A	(E) 100%	7000	2000	103,03	125,78	139,50	139,50
B	(E) 80%+ (C) 20%	7000	2000	72,61	91,49	108,64	108,64
C	(E) 60%+ (C) 40%	7000	2000	69,94	91,49	108,64	91,49
D	(E) 40%+ (C) 60%	7000	2000	52,33	74,34	74,34	74,34
E	Comercial	7000	2000	107,65	139,50	139,50	139,50

Potência Média	
Média A+A	(E) 100% 99,54
Média B+B	(E) 80%+ (C) 20% 74,04
Média C+C	(E) 60%+ (C) 40% 74,03
Média D+D	(E) 40%+ (C) 60% 61,18
Média E+E	Comercial 108,00

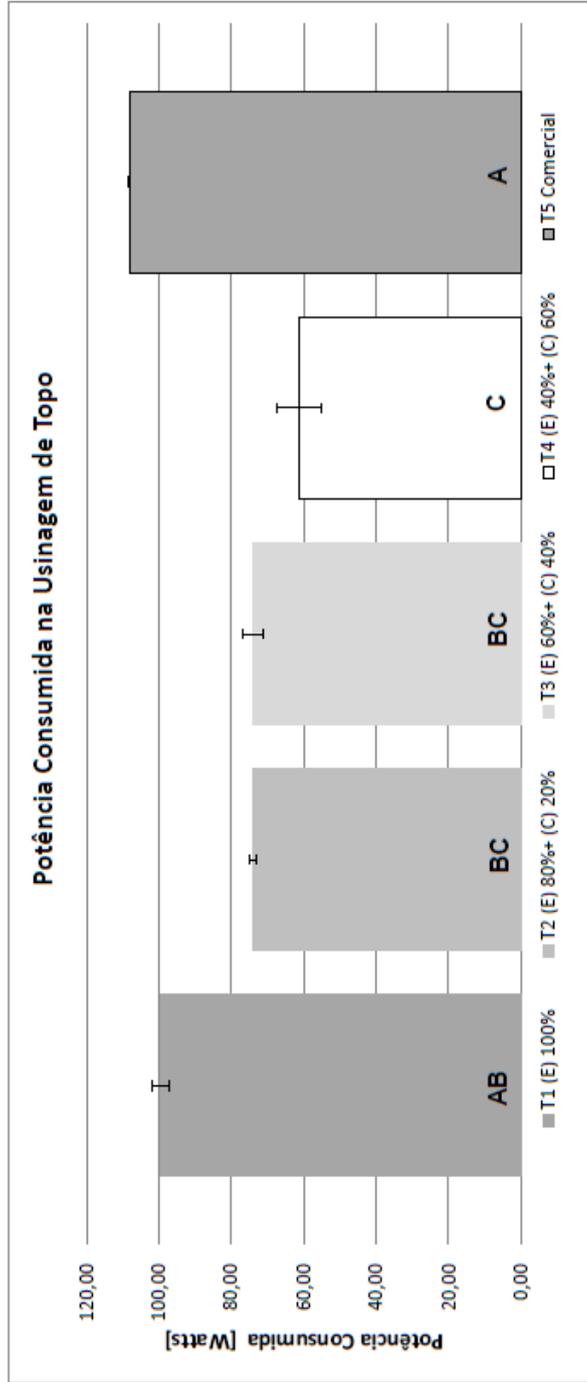
Potência Máxima	
Média A+A+A	(E) 100% 134,93
Média B+B+B	(E) 80%+ (C) 20% 105,78
Média C+C+C	(E) 60%+ (C) 40% 105,78
Média D+D+D	(E) 40%+ (C) 60% 88,63
Média E+E+E	Comercial 137,21

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Ensaio Usinagem 7000 RPM - 2000mm/min

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80%+ (C) 20%	T3 (E) 60%+ (C) 40%	T4 (E) 40%+ (C) 60%	T5 Comercial
Máximos	134,93	105,78	105,78	88,63	137,21
Médios	99,54	74,04	74,03	61,18	108,00
Desvio Padrão	4,95	2,02	5,79	12,52	0,49

(E) → Eucalipto
(C) → Coco



Análise Variância para ensaio de usinagem 7000RPM - 2000mm/min

(E) 100%	(E) 80%+ (C) 20%	(E) 60%+ (C) 40%	(E) 40%+ (C) 60%	Comercial
96,04	75,47	78,13	70,04	108,35
103,03	72,61	69,94	52,33	107,65

Anova: fator único

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
100%	2	199,070961	99,5354805	24,48935416
80%+20%	2	148,078314	74,039157	4,06692348
60%+40%	2	148,068979	74,0344895	33,57397276
40%+60%	2	122,369479	61,1847395	156,6638157
Comercial	2	215,99045	107,995225	0,244881014

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3068,25179	4	767,0629475	17,50973874	0,003820305	5,192167773
Dentro dos grupos	219,0389471	5	43,80778942			
Total	3287,290737	9				

Analise Variância para ensaio de usinagem 7000RPM - 2000mm/min

Welcome to Minitab, press F1 for help.

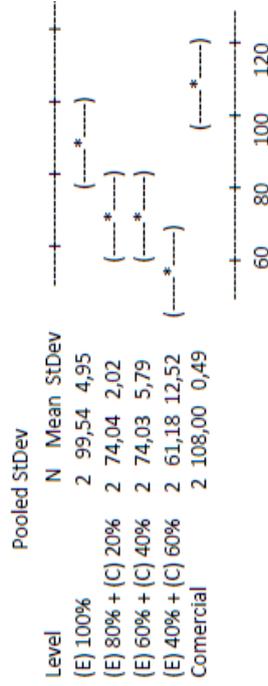
One-way ANOVA: Potência média versus Painel

Source	DF	SS	MS	F	P
Painel	4	3068,3	767,1	17,51	0,004
Error	5	219,0	43,8		
Total	9	3287,3			

S = 6,619 R-Sq = 93,34% R-Sq(adj) = 88,01%

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 6,62

Grouping Information Using Tukey Method

Painel	N	Mean	Grouping
Comercial	2	107,995	A
(E) 100%	2	99,535	A B
(E) 80% + (C) 20%	2	74,039	B C
(E) 60% + (C) 40%	2	74,034	B C
(E) 40% + (C) 60%	2	61,185	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Traços	Grupos		
(E) 100%	A	B	
(E) 80% + (C) 20%		B	C
(E) 60% + (C) 40%		B	C
(E) 40% + (C) 60%			C
Comercial	A		

Ensaio	Painel	Ra 1	Ra 2	Rt 1	Rt 2
1	(E) 100%	15,07	13,43	105,8	140,9
2	(E) 80%+ (C) 20%	22,07	23,26	165,4	166,6
3	(E) 60%+ (C) 40%	17,19	21,71	125,3	161
4	(E) 40%+ (C) 60%	16,5	19	144,9	144
5	Comercial	14,8	17,39	110,6	91,37
6	(E) 100%	16,56	15,27	94,11	119,8
7	(E) 80%+ (C) 20%	13,37	15,09	121,3	90,19
8	(E) 60%+ (C) 40%	21,04	19,37	137	133
9	(E) 40%+ (C) 60%	23,08	24,33	171,03	127,5
10	Comercial	10,18	11,39	84,69	65,71

A
B
C
D
E
A
B
C
D
E

Ra - Rugosidade média (E) → Eucalipto

Rt - Rugosidade Total (C) → Coco

Resultados em micro metro

Ra - Rugosidade Média (Ra1+Ra2)		Rt - Rugosidade Total (Rt1+Rt2)	
Média A+A	(E) 100%	15,08	Média A+A
Média B+B	(E) 80%+ (C) 20%	18,45	Média B+B
Média C+C	(E) 60%+ (C) 40%	19,83	Média C+C
Média D+D	(E) 40%+ (C) 60%	20,73	Média D+D
Média E+E	Comercial	13,44	Média E+E
			(E) 100%
			(E) 80%+ (C) 20%
			(E) 60%+ (C) 40%
			(E) 40%+ (C) 60%
			Comercial
			115,15
			135,87
			139,08
			146,86
			88,09

Ra - Rugosidade Média (Ra1+Ra2) Máxima		Rt - Rugosidade Total (Rt1+Rt2) Máxima	
Máxima A	(E) 100%	16,56	Máxima A
Máxima B	(E) 80%+ (C) 20%	23,25	Máxima B
Máxima C	(E) 60%+ (C) 40%	21,71	Máxima C
Máxima D	(E) 40%+ (C) 60%	24,33	Máxima D
Máxima E	Comercial	17,39	Máxima E
			Comercial
			140,90
			166,60
			161,00
			171,03
			110,60

Ra - Rugosidade Média (Ra1+Ra2) Mínima		Rt - Rugosidade Total (Rt1+Rt2) Mínima	
Mínima A	(E) 100%	13,43	Mínima A
Mínima B	(E) 80%+ (C) 20%	13,37	Mínima B
Mínima C	(E) 60%+ (C) 40%	17,19	Mínima C
Mínima D	(E) 40%+ (C) 60%	16,50	Mínima D
Mínima E	Comercial	10,18	Mínima E
			Comercial
			94,11
			90,19
			125,30
			127,50
			65,71

Ra - Rugosidade Média (Ra1+Ra2) Desvio Padrão		Rt - Rugosidade Total (Rt1+Rt2) Desvio Padrão	
Desvio Padrão A	(E) 100%	1,28	Desvio Padrão A
Desvio Padrão B	(E) 80%+ (C) 20%	4,94	Desvio Padrão B
Desvio Padrão C	(E) 60%+ (C) 40%	2,01	Desvio Padrão C
Desvio Padrão D	(E) 40%+ (C) 60%	3,62	Desvio Padrão D
Desvio Padrão E	Comercial	3,28	Desvio Padrão E
			Comercial
			20,12
			37,04
			15,40
			17,99
			18,53

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Rugosidade média Ra		
Conversão para Calcular no minitab	Panel	Ra
100% →	1	15,07
80%+20% →	2	22,07
60%+40% →	3	17,19
40%+60% →	4	16,5
Comercial →	5	14,8
100% →	1	16,56
80%+20% →	2	13,37
60%+40% →	3	21,04
40%+60% →	4	23,08
Comercial →	5	10,18
100% →	1	13,43
80%+20% →	2	23,26
60%+40% →	3	21,71
40%+60% →	4	19
Comercial →	5	17,39
100% →	1	15,27
80%+20% →	2	15,09
60%+40% →	3	19,37
40%+60% →	4	24,33
Comercial →	5	11,39

Rugosidade Total Rt		
Conversão para Calcular no minitab	Panel	Rt
100% →	1	105,8
80%+20% →	2	165,4
60%+40% →	3	125,3
40%+60% →	4	144,9
Comercial →	5	110,6
100% →	1	94,11
80%+20% →	2	121,3
60%+40% →	3	137
40%+60% →	4	171,03
Comercial →	5	84,69
100% →	1	140,9
80%+20% →	2	166,6
60%+40% →	3	161
40%+60% →	4	144
Comercial →	5	91,37
100% →	1	119,8
80%+20% →	2	90,19
60%+40% →	3	133
40%+60% →	4	127,5
Comercial →	5	65,71

OBS: O minitab não aceita letras ou símbolos em na sua célula de cálculo para isto é feita a conversão para números

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Rugosidade média Ra					
(E) 100%	(E) 80%+ (C) 20%	(E) 60%+ (C) 40%	(E) 40%+ (C) 60%	Comercial	
15,07	22,07	17,19	16,5	14,8	
16,56	13,37	21,04	23,08	10,18	
13,43	23,26	21,71	19	17,39	
15,27	15,09	19,37	24,33	11,39	

Rugosidade Total Rt					
(E) 100%	(E) 80%+ (C) 20%	(E) 60%+ (C) 40%	(E) 40%+ (C) 60%	Comercial	
105,8	165,4	125,3	144,9	110,6	
94,11	121,3	137	171,03	84,69	
140,9	166,6	161	144	91,37	
119,8	90,19	133	127,5	65,71	

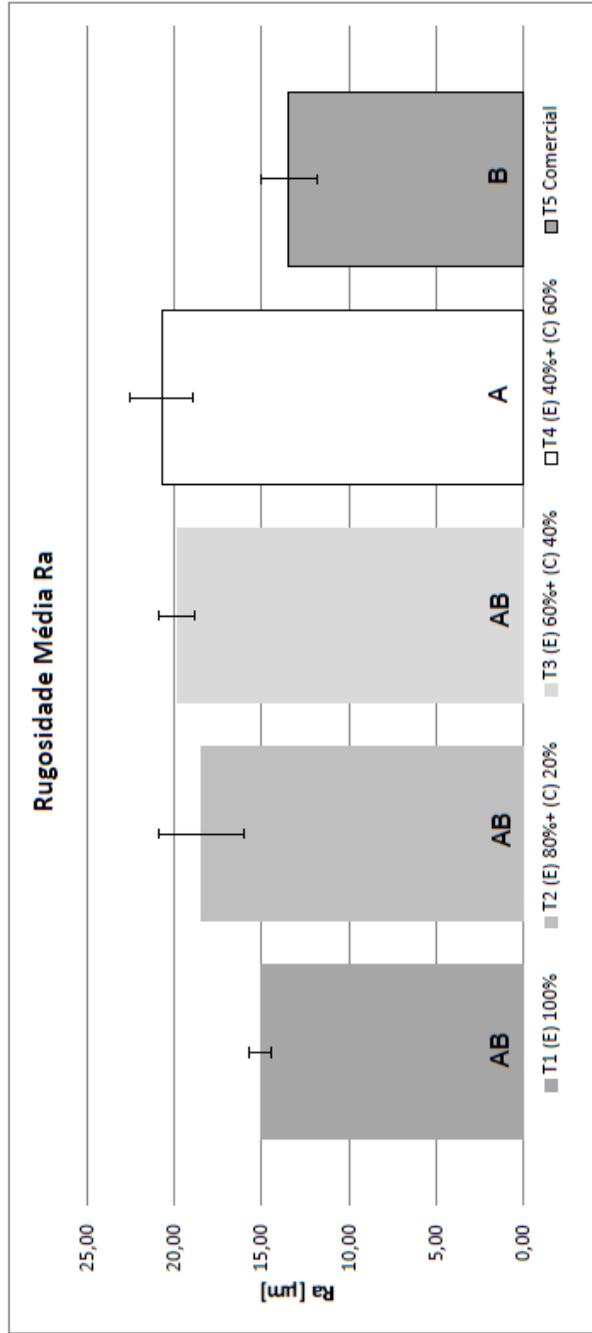
(E) → Eucalipto

(C) → Coco

Rugosidade Média Ra [μm]

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80%+ (C) 20%	T3 (E) 60%+ (C) 40%	T4 (E) 40%+ (C) 60%	T5 Comercial
Máximos	16,56	23,26	21,71	24,33	17,39
Médios	15,08	18,45	19,83	20,73	13,44
Mínima	13,43	13,37	17,19	16,50	10,18
Desvio Padrão	1,28	4,94	2,01	3,62	3,28

(E) → Eucalipto
(C) → Coco



Rugosidade média Ra					
(E) 100%	(E) 80%+ (C) 20%	(E) 60%+ (C) 40%	(E) 40%+ (C) 60%	Comercial	
15,07	22,07	17,19	16,5	14,8	(E) → Eucalipto
16,56	13,37	21,04	23,08	10,18	(C) → Coco
13,43	23,26	21,71	19	17,39	
15,27	15,09	19,37	24,33	11,39	

Análise Variância para Rugosidade média - Ra

Anova: fator único

RESUMO					
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	
(E) 100%	4	60,33	15,0825	1,649691667	
(E) 80%+ (C) 20%	4	73,79	18,4475	24,44549167	
(E) 60%+ (C) 40%	4	79,31	19,8275	4,059891667	
(E) 40%+ (C) 60%	4	82,91	20,7275	13,12275833	
Comercial	4	53,76	13,44	10,76073333	

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	156,2382	4	39,05955	3,614043859	0,029661	3,055568
Dentro dos grupos	162,1157	15	10,80771333			
Total	318,3539	19				

Analise Variância para Rugosidade média - Ra
 Welcome to Minitab, press F1 for help.

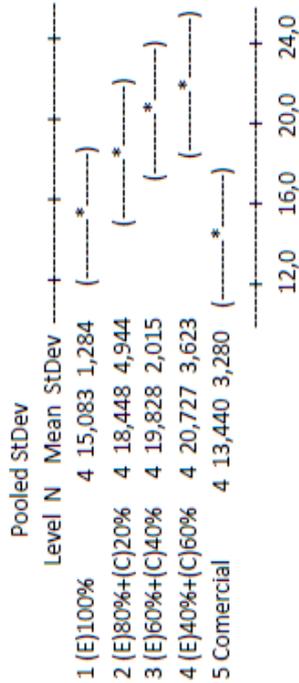
One-way ANOVA: Ra versus Painel

Source	DF	SS	MS	F	P
Painel	4	156,2	39,1	3,61	0,030
Error	15	162,1	10,8		
Total	19	318,4			

S = 3,288 R-Sq = 49,08% R-Sq(adj) = 35,50%

(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 3,288

Grouping Information Using Tukey Method

Painel	N	Mean	Grouping
4 (E)40%+(C)60%	4	20,727	A
3 (E)60%+(C)40%	4	19,828	A B
2 (E)80%+(C)20%	4	18,448	A B
1 (E)100%	4	15,083	A B
5 Comercial	4	13,440	B

Means that do not share a letter are significantly different.

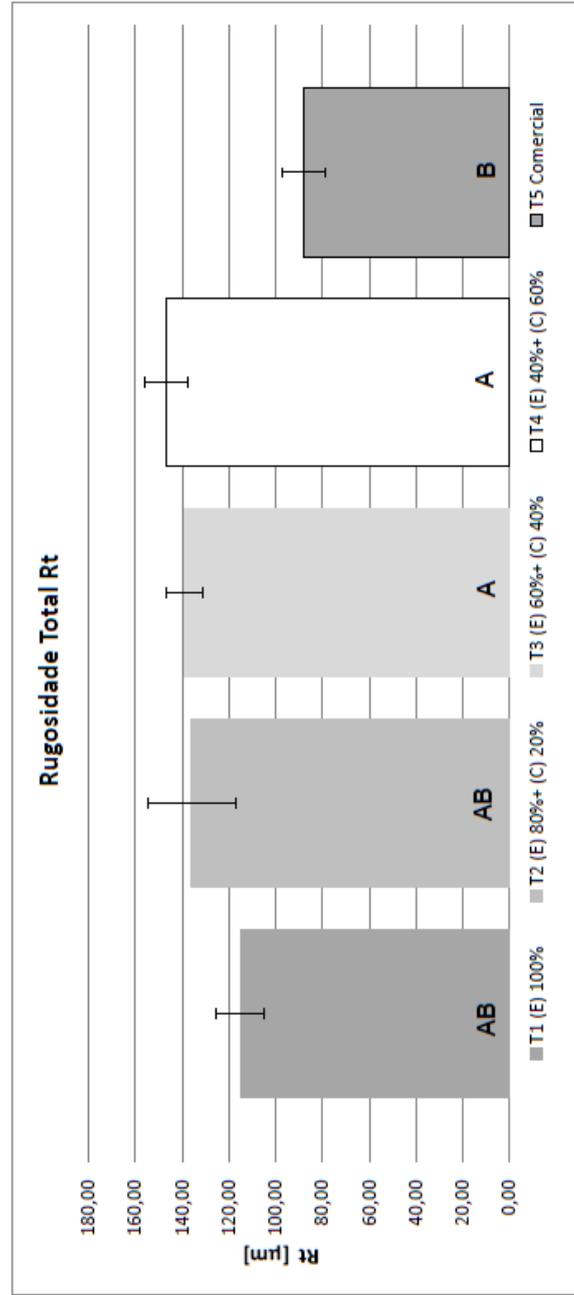
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Traços	Grupos
(E) 100%	A B
(E) 80% + (C) 20%	A B
(E) 60% + (C) 40%	A B
(E) 40% + (C) 60%	A
Comercial	B

Rugosidade Total Rt [µm]

Resultados	T1 (E) 100%	T2 (E) 80%+ (C) 20%	T3 (E) 60%+ (C) 40%	T4 (E) 40%+ (C) 60%	T5 Comercial
Máximos	140,90	166,60	161,00	171,03	110,60
Médios	115,15	135,87	139,08	146,86	88,09
Mínima	94,11	90,19	125,30	127,50	65,71
Desvio Padrão	20,12	37,04	15,40	17,99	18,53

(E) → Eucalipto
(C) → Coco



Rugosidade Total Rt				
(E) 100%	(E) 80%+ (C) 20%	(E) 60%+ (C) 40%	(E) 40%+ (C) 60%	Comercial
105,8	165,4	125,3	144,9	110,6
94,11	121,3	137	171,03	84,69
140,9	166,6	161	144	91,37
119,8	90,19	133	127,5	65,71

(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Análise Variância para Rugosidade Total - Rt

Anova: fator único

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
(E) 100%	4	460,61	115,1525	404,9296917
(E) 80%+ (C) 20%	4	543,49	135,8725	1371,767025
(E) 60%+ (C) 40%	4	556,3	139,075	237,2225
(E) 40%+ (C) 60%	4	587,43	146,8575	323,673225
Comercial	4	352,37	88,0925	343,2942917

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9012,814	4	2253,2035	4,20234744	0,017672	3,055568
Dentro dos grupos	8042,6602	15	536,1773467			
Total	17055,4742	19				

Análise Variância para Rugosidade Total - Rt
 Welcome to Minitab, press F1 for help.

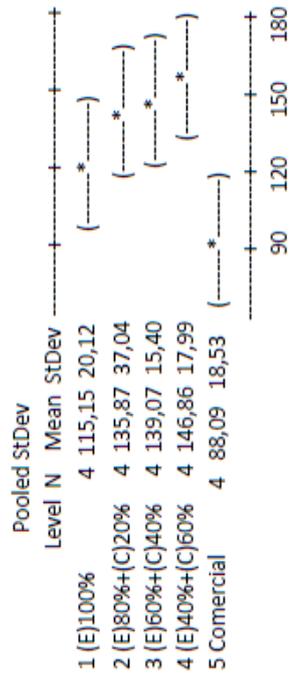
(E) → Eucalipto
 (C) → Coco

One-way ANOVA: Rt versus Painel

Source	DF	SS	MS	F	P
Painel	4	9013	2253	4,20	0,018
Error	15	8043	536		
Total	19	17055			

S = 23,16 R-Sq = 52,84% R-Sq(adj) = 40,27%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 23,16

Grouping Information Using Tukey Method

Painel	N	Mean	Grouping
4 (E)40%+(C)60%	4	146,86	A
3 (E)60%+(C)40%	4	139,07	A
2 (E)80%+(C)20%	4	135,87	A B
1 (E)100%	4	115,15	A B
5 Comercial	4	88,09	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Traços	Grupos
(E) 100%	A B
(E) 80% + (C) 20%	A B
(E) 60% + (C) 40%	A
(E) 40% + (C) 60%	A
Comercial	B

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals