

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN  
MESTRADO PROFISSIONAL

JÉSSICA ESTER ELVAS COSTA

ESTUDO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DE MADEIRAS AMAZÔNICAS  
PARA O DESIGN DE MÓVEIS

MANAUS, AM

2020

JÉSSICA ESTER ELVAS COSTA

ESTUDO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DE MADEIRAS AMAZÔNICAS  
PARA O DESIGN DE MÓVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal Amazonas, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Design, área de concentração Design, Inovação e Desenvolvimento tecnológico.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudete Catanhede do Nascimento

Co-orientador: Prof. Dr. Helder Alexandre Amorim Pereira

MANAUS, AM

2020

JÉSSICA ESTER ELVAS COSTA

ESTUDO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DE MADEIRAS AMAZÔNICAS  
PARA O DESIGN DE MÓVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Design, área de concentração Design, Inovação e Desenvolvimento tecnológico.

Aprovada em: Manaus, 21 de fevereiro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Claudete Catanhede do Nascimento, Presidente  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Prof. Dr. Almir de Souza Pacheco, Membro Interno  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Pesquisador Dr. Roberto Daniel de Araujo, Membro Externo  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

## FICHA CATALOGRÁFICA

C837m Costa, Jéssica Ester Elvas  
Estudo do potencial tecnológico de madeiras amazônicas para o desenvolvimento de móveis / Jéssica Ester Elvas Costa . 2020  
194 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Claudete Catanhede do Nascimento  
Coorientador: Helder Alexandre Amorim Pereira  
Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Madeira Amazônica. 2. Propriedades tecnológicas. 3. Design. 4. Mobiliário. I. Nascimento, Claudete Catanhede do. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

## AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais Tereza Carita e Edvaldo Costa, a minha avó Raimunda Lima, minha tia Telma Elvas e aos demais familiares que, com seus conselhos, força e incentivo, foram meu principal alicerce nesta trajetória.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudete Catanhede do Nascimento, agradeço imensamente pela orientação, colaboração, paciência e incentivo constante ao longo de todo o mestrado. Ademais, agradeço por todo apoio e oportunidades de introdução na área de pesquisa científica.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Helder Alexandre Amorim Pereira por seus ensinamentos e contributos para o desenvolvimento desta pesquisa em design.

Ao Emerson Oliveira pelo carinho, amor, paciência e auxílio nessa trajetória.

À Geislayne Mendonça pela colaboração e disposição em auxiliar sempre que necessário.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e ao Programa de Pós-graduação em Design pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), em específico ao Laboratório de anatomia e Identificação de Madeira (LIM/INPA) na pessoa do Sr. Jorge Alves de Freitas por seu apoio. Em especial, ao Laboratório de Engenha e Artefatos de Madeiras (LEAM/INPA) por todo suporte durante a realização da pesquisa, na pessoa dos técnicos Gean Dantas e Roberto Daniel.

À empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda. pela disponibilização da matéria-prima e informações solicitadas.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa de estudos.

E, por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para concretização deste trabalho.

## RESUMO

A madeira é uma matéria-prima utilizada industrialmente para diversos fins, dentre eles está à confecção mobiliários. Apesar da diversidade de espécies florestais amazônicas disponíveis com potencial de utilização para o desenvolvimento de projetos de móveis, tal variedade ainda não é devidamente explorada, sendo um dos motivos à falta de conhecimento acerca das suas características tecnológicas e seu desempenho nos processos de produção de móveis. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico e a viabilidade técnica de madeiras amazônicas para uso em projetos de design de produto moveleiro. Para realização do estudo foram selecionadas 3 espécies arbóreas oriundas de manejo florestal e 1 espécie derivada de árvore naturalmente caída, sendo elas identificadas respectivamente *Pithecelobium racemosum* Ducke (Angeim-Rajado), *Diploptropis racemosa* Amsh (Sucupira-Preta), *Trattinnickia burserifolia* Willd (Amescla) e *Ochroma pyramidale* (Pau-de-balsa). A qualidade e indicação das mesmas para produção de móveis foi avaliada por meio das propriedades físicas (densidade básica e estabilidade dimensional) e trabalhabilidade mediante a confecção de móveis, analisando-se o desempenho no processo e o acabamento da superfície, além de pontuar-se os aspectos estéticos. A tipologia de móvel definida foi “mesa de centro”, sendo desenvolvidos três projetos seguindo a metodologia de design proposta por Bruno Munari, adaptada as necessidades da pesquisa. Segundo os resultados obtidos com relação as propriedades físicas, obtiveram classificação entre baixa, média e alta densidade, apresentando também boa estabilidade dimensional. Com o desenvolvimento dos produtos, observou-se que as madeiras de alta densidade podem ser utilizadas em componentes que demandem maior resistência a atritos no manuseio, por conta da dureza superficial. Já as madeiras de baixa e média densidade apresentaram menor resistência a atritos, adquirindo com maior facilidade pequenas marcas de afundamento da superfície. Com relação à trabalhabilidade, a facilidade de execução dos processos foi predominantemente *regular* para as de alta densidade, e *fácil* para as de baixa e média densidade. No geral, todas as espécies obtiveram resultados positivos quanto ao aspecto das superfícies após os processos, apresentando defeitos pontuais com baixo grau de impacto nas peças. Além disso, as espécies exibiram aspecto visual atrativo com variações cromáticas e figuras decorativas, características importantes para a estética dos móveis. Desta forma, por meio da análise dos resultados obtidos, conclui-se que as espécies são indicadas para uso em projetos de design de produto moveleiro, sendo importante levar em consideração suas especificidades, auxiliando na seleção e na melhor aplicação das mesmas nos projetos.

**Palavras-chave:** Madeira amazônica. Propriedades tecnológicas. Design. Mobiliário.

## **ABSTRACT**

Wood is a raw material used industrially for various purposes, among which is the manufacture of furniture. Despite the diversity of Amazonian forest species available with the potential to be used for the development of furniture projects, this variety is not yet properly explored, being one of the reasons for the lack of knowledge about its technological characteristics and its performance in the furniture production processes. Thus, this research aimed to evaluate the technological potential and technical feasibility of Amazonian woods for use in furniture product design projects. To carry out the study, 3 tree species from forest management and 1 species derived from naturally fallen tree were selected, being identified respectively *Pithecelobium racemosum* Ducke (Angelim-Rajado), *Diploptropis racemosa* Amsh (Sucupira-Preta), *Trattinnickia burserifolia* Willd (Amescla) and *Ochroma pyramidale* (Pau-de-balsa). The quality and indication of the same for furniture production was evaluated by means of physical properties (basic density and dimensional stability) and workability by making furniture, analyzing the performance in the process and the surface finish, in addition to scoring the aesthetic aspects. The type of furniture defined was “coffee table”, with three projects being developed following the design methodology proposed by Bruno Munari, adapted to the needs of the research. According to the results obtained with respect to physical properties, they obtained a classification between low, medium and high density, also showing good dimensional stability. With the development of the products, it was observed that the high density woods can be used in components that demand greater resistance to friction in the handling, due to the surface hardness. Low and medium density wood, on the other hand, had less resistance to friction, acquiring small marks of sinking of the surface more easily. With regard to workability, the ease of execution of the processes was predominantly regular for those of high density, and easy for those of low and medium density. In general, all species obtained positive results in terms of the appearance of the surfaces after the processes, presenting specific defects with a low degree of impact on the parts. In addition, the species exhibited an attractive visual aspect with chromatic variations and decorative figures, important characteristics for the aesthetics of the furniture. Thus, through the analysis of the results obtained, it is concluded that the species are indicated for use in furniture product design projects, being important to take into account their specificities, helping in the selection and the best application of them in the projects.

*Key words:* Amazonian Timber Species. Technological characteristics. Design. Furniture.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema das funções básicas e relação entre Usuário-Produto. .	29
Figura 2. Processo desde a identificação da necessidade até a especificação de produto .....	31
Figura 3. Esquema da relação entre design e materiais na prática de projetual de produtos.....	33
Figura 4. Figura com esquema do processo de seleção de materiais segundo Ashby .....	36
Figura 5. Figura com esquema dos aspectos dos materiais levados em consideração no processo de seleção segundo Karana et al (2008) .....	40
Figura 6. Imagem com esquema dos possíveis atributos objetivos e subjetivos dos materiais organizados por Dias (2009) .....	41
Figura 7. Características tangíveis e intangíveis relacionadas aos materiais .....	43
Figura 8. Correlação entre as características do produto e materiais.....	44
Figura 9. Composição do tronco.....	50
Figura 10. Representação dos planos de corte da madeira vistas no tronco	51
Figura 11. Representação dos tipos de peças de madeira serrada de acordo com os planos de corte.....	52
Figura 12. Aspecto visual de grãos irregulares; A: aspiralada; B: entrecruzada; C: ondulada; D: inclinada.....	63
Figura 13. madeiras de textura fina .....	63
Figura 14. madeiras de textura média .....	64
Figura 15. madeiras de textura grossa .....	64
Figura 16. madeira de textura grossa fibrosa .....	65
Figura 17. Área manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas.....	73
Figura 18. Exemplo de cunhas de duas espécies. ....	73
Figura 19. Área do Campus II do INPA. ....	75
Figura 20. Dimensões do corpo de prova para determinação das propriedades físicas.....	76

Figura 21. Corpos-de-prova numericamente identificados em ordem crescente a fim de prover organização durante os procedimentos de determinação das propriedades físicas. ....	77
Figura 22. Procedimento de determinação do volume saturado das madeiras pelo método de deslocamento de líquido.....	78
Figura 23. Corpos de prova organizados na estufa (A e B); obtenção do peso seco por meio de medição em balança digital com precisão de 0,01g (C) ...	79
Figura 24. Aferição das medidas dos corpos-de-prova nas superfícies tangencial e radial utilizando paquímetro digital .....	80
Figura 25. Procedimento metodológico baseados em Munari (2008) e Bonsiepe (1984) para o desenvolvimento dos produtos na pesquisa.....	82
Figura 26. Indicações dimensionais da mesa de centro .....	83
Figura 27. Esboços iniciais de alternativas de mesas de centro.....	87
Figura 28. Modelagem 3D das alternativas inicialmente propostas.....	88
Figura 29. Consultoria com o Luthier para aferição da viabilidade técnica quanto a confecção das propostas de móveis e dicas para o aprimoramento das mesmas. ....	88
Figura 30. Construção de modelos físicos tridimensionais.....	89
Figura 31. Exemplo ilustrativo das pranchas com o detalhamento técnico dos produtos para guiar a produção dos protótipos em madeira .....	89
Figura 32. Algumas peças de madeira de duas espécies do estudo.....	90
Figura 33. Peças de madeiras aproveitadas com rachaduras e nós .....	90
Figura 34. Processo de aplainamento com desempenadeira e desengrossadeira .....	93
Figura 35. Corte reto em ângulo 90° e corte angulado 45° (meia-esquadria), respectivamente, na serra circular de bancada .....	93
Figura 36. Corte com serra fita de bancada .....	94
Figura 37. Processo de furação com furadeira manual, horizontal e vertical, respectivamente .....	95
Figura 38. Processo de lixamento de desbaste com tupia de bancada com rolo lixador e esmerilhadeira com disco de lixa .....	95
Figura 39. União de topo e união em meia-esquadria, respectivamente....	96
Figura 40. Processo de confecção do encaixe tipo espiga-furo (macho-fêmea) .....	97

Figura 41. Encaixe espigado tipo espiga-solta .....	97
Figura 42. Processos de lixamento para acabamento com lixadeira orbital e manualmente; acabamento final com polimento com cera.....	98
Figura 43. Defeitos de usinagem referentes ao levantamento de fibras (a), superfície felpuda (b), superfície arrancada (c) e superfície com marcas de lascas ou marcas de cavacos.....	101
Figura 44. Consulta ao site da empresa Mil Madeiras Preciosas para verificar a indicação das espécies para mobiliários .....	104
Figura 45. <i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke. (Angelim-rajado).....	106
Figura 46. <i>Diploporia racemosa</i> Amsh. (Sucupira-preta) .....	107
Figura 47. <i>Trattinnickia burserifolia</i> (Mart.) Willd. (Breu-branco/Amescla)..	108
Figura 48. <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb. (pau-de-balsa).....	109
Figura 49. Ilustração gráfica dos valores obtidos e a classificação das espécies com relação ao coeficiente de anisotropia.....	114
Figura 50. Peça de madeira da espécie <i>Trattinnickia burserifolia</i> (amescla) que apresentou leve torcimento.....	115
Figura 51. Produtos similares analisados. Mesas de centro das lojas de design de alto padrão Tissot, Moora e Saccaro .....	116
Figura 52. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “ripada” .....	123
Figura 53. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Degradê” .....	124
Figura 54. Vistas gerais das opções de composição da mesa de centro “Rajada” .....	125
Figura 55. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Rajada” – opção 1.....	126
Figura 56. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Rajada” – opção 2.....	127
Figura 57. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Rajada” – opção 3.....	128
Figura 58. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Rajada” – opção 4.....	129
Figura 59. Processo com a plaina e desengrosso .....	131

Figura 60. Corte na serra circular para confecção dos pés e travas laterais .....	131
Figura 61. Processo de corte e transformação das pranchas em múltiplas peças de menor espessura .....	132
Figura 62. Confecção dos rasgos com a furadeira horizontal.....	132
Figura 63. Espigas confeccionadas por meio de cortes sucessivo com serra circular .....	132
Figura 64. Acabamento nas espigas com desbaste e corte .....	133
Figura 65. Montagem das pernas por meio de encaixe, colagem e prensagem.....	133
Figura 66. Confecção de painel amadeirado .....	134
Figura 67. Montagem do tampo-bandeja.....	134
Figura 68. Montagem do tampo gaveteiro .....	135
Figura 69. Processo de montagem e fixação das ripas .....	135
Figura 70. Processos de montagem da gaveta .....	136
Figura 71. Processo de lixamento da amadeira pau-de-balsa.....	136
Figura 72. Produto Final confeccionado com <i>Trattinickia burserifolia</i> (Breu-Branco/Amescla) e <i>Ochroma pyramidale</i> (pau-de-balsa) .....	137
Figura 73. Processos na plaina desempenadeira e desengrossadeira .....	138
Figura 74. Obtenção com componentes da perna da mesa por meio de corte em serra circular .....	139
Figura 75. Processo de confecção e acabamento das espigas.....	139
Figura 76. Colagem dos separadores que proporcionam o distanciamento entre a perna e tampo da mesa.....	140
Figura 77. Acabamento nos furos derivados da inserção de pregos para fixação do tampo .....	140
Figura 78. Processo de dobra manual dos pés-metálicos .....	141
Figura 79. Processo de furação dos pés metálicos .....	141
Figura 80. processo de lixamento da madeira Sucupira-preta .....	141
Figura 81. Produto final confeccionado com madeira da espécies <i>Diplotropis racemosa</i> Amsh. (Sucupira-preta).....	142
Figura 82. Preparação das peças.....	143
Figura 83. Confecção do gabarito e marcação na superfície da madeira...	144
Figura 84. Processo de corte para obtenção dos pés .....	144

Figura 85. Desbastes de ajuste dimensional e alinhamento.....	145
Figura 86. Confecção dos rasgos nos pés por meio da furadeira horizontal .....	145
Figura 87. Corte para obtenção das dimensões gerais e encaixes centrais nas peças que unem os pés da mesa .....	145
Figura 88. Confecção das espigas .....	146
Figura 89. Confecção dos detalhes arredondados da peça de que interliga os pés.....	146
Figura 90. Confecção dos rasgos e união das peças para compor o painel amadeirado (tampo) .....	147
Figura 91. Marcação corte e lixamento para confecção do tampo amadeirado .....	147
Figura 92. Processo de lixamento na madeira Angelim-rajado .....	147
Figura 93. Primeira opção de composição estrutural da mesa confeccionada com <i>Pithecellobium racemosum</i> (Angelim-rajado).....	148
Figura 94. Segunda opção de composição estrutural da mesa confeccionada com <i>Pithecellobium racemosum</i> (Angelim-rajado).....	148
Figura 95. Terceira opção de composição estrutural da mesa confeccionada com <i>Pithecellobium racemosum</i> (Angelim-rajado).....	149
Figura 96. Quarta opção de composição estrutural da mesa confeccionada com <i>Pithecellobium racemosum</i> (Angelim-rajado).....	149
Figura 97. Alguns defeitos percebidos no processo de corte das peças de <i>Trattinnickia Burserifolia</i> (Amescla) .....	150
Figura 98. Superfícies com bom acabamento no processo de corte das peças de <i>Trattinnickia Burserifolia</i> (Amescla).....	150
Figura 99. Superfície com defeito no processo com plaina das peças <i>Trattinnickia Burserifolia</i> (Amescla) .....	151
Figura 100. Arestas dos rasgos as madeiras da espécies <i>Trattinnickia Burserifolia</i> (Amescla).....	151
Figura 101. Arestas dos furos nas madeiras da espécies <i>Trattinnickia Burserifolia</i> (Amescla).....	152
Figura 102. Parafusos inseridos na madeira <i>Trattinnickia Burserifolia</i> (Amescla) .....	152

Figura 103. Arestas de corte de algumas peças bem avaliadas da espécie <i>Ochroma Pyramidale</i> .....	154
Figura 104. Pontuais arrepiamentos de fibra nos cortes transversais em algumas peças de madeira da espécie <i>Ochroma Pyramidale</i> .....	154
Figura 105. Pontuais arrepiamentos de fibra nos cortes longitudinais em algumas peças da madeira de <i>Ochroma Pyramidale</i> .....	155
Figura 106. Faces laterais das peças de madeira de <i>Ochroma Pyramidale</i> ; a última foto exhibe uma superfície felpuda .....	155
Figura 107. Arestas derivadas do processo de furação das peças de madeira de <i>Ochroma Pyramidale</i> .....	155
Figura 108. Aparafusamento das peças de madeira de <i>Ochroma Pyramidale</i> .....	156
Figura 109. Superfícies aplainadas de madeiras da espécie <i>Diploptropis Racemosa</i> .....	157
Figura 110. Superfície aplainada nas áreas com nós na madeira <i>Diploptropis Racemosa</i> .....	158
Figura 111. Defeitos no corte de peças de madeira da espécie <i>Diploptropis Racemosa</i> ; as três primeiras fotos referem-se aos defeitos no corte transversal; a última foto exhibe o defeito referente ao corte no sentido do comprimento da peça .....	159
Figura 112. Peça com superfície transversal queimada e não queimada ..	159
Figura 113. Arestas dos furos em algumas peças de madeira da espécie <i>Diploptropis Racemosa</i> .....	160
Figura 114. Arestas dos rasgos em algumas peças de madeira da espécie <i>Diploptropis Racemosa</i> .....	160
Figura 115. Trincas por prego em algumas peças de madeira da espécie <i>Diploptropis Racemosa</i> .....	161
Figura 116. Superfície com e sem pré-furação na fixação de parafuso na madeira da espécie <i>Diploptropis Racemosa</i> .....	161
Figura 117. Processo de emassamento para acabamento da superfície a área de inserção dos pregos e resultado final atingido após o acabamento final com lixa e cera .....	162
Figura 118. Superfícies aplainadas na madeira da espécie <i>Pithecelobium Racemosum</i> (Angelim-Rajado).....	163

Figura 119. Alguns defeitos observados no processo de corte madeira da espécie <i>Pithecelobium Racemosum</i> (Angelim-Rajado).....	164
Figura 120. Rasgos confeccionados nas peças de <i>Pithecelobium Racemosum</i> (Angelim-Rajado) com a indicação de defeitos observados nas arestas.....	164
Figura 121. Furos realizados nas peças de <i>Pithecelobium Racemosum</i> (Angelim-Rajado).....	165
Figura 122. Principal defeito observado na espécie <i>Trattinickia burserifolia</i> (amescla) apresentado no processo de aplainamento .....	170
Figura 123. Peça com nó aproveitada no tampo da mesa, exibindo acabamento satisfatório e apelo estético por conta da figura formada. Primeira imagem sem acabamento; segunda imagem com acabamento no produto final.....	172
Figura 124. Peças com trinca utilizada no tampo do produto; peça com defeito imperceptível no produto final após correção com massa feita com o pó da madeira e cola PVA extra-forte.....	172
Figura 125. Aproximação entre os tons rosados apresentados pela madeira de Amescla e Pau-de-Balsa no produto final.....	173
Figura 126. Variação cromatica exibida pela madeira de pau-de-balsa .....	174
Figura 127. Variações cromatica apresentada pela espécie <i>trattinnickia burserifolia</i> (amescla) nas peças utilizadas para confecção do móvel .....	175
Figura 128. Características visuais da espécie sucupira-preta.....	176
Figura 129. Aspecto estético da espécie angelim-rajado .....	176

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de variação da densidade da madeira. ....	55
Tabela 2. Classes de variação da contração da madeira. ....	56
Tabela 3. Coeficiente de anisotropia dimensional na retração da madeira ..	58
Tabela 4. Classificação da densidade básica da madeira (Db) .....	79
Tabela 5. Coeficiente de anisotropia dimensional na retração da madeira ..	81

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Metodologias de Design de Produto.....	32
Quadro 2. Propriedades físicas das madeiras utilizadas no estudo. ....	77
Quadro 3. Categorias definidas para serem observados na análise de similares .....	85
Quadro 4. Pontos definidos com relação ao produto para o estabelecimento dos requisitos e parâmetros projetuais .....	86
Quadro 5. Estrutura básica da “caixa morfológica” desenvolvida para apoiar à geração das alternativas de produto.....	87
Quadro 6. Equipamentos, utensílios e ferramentas utilizadas na confecção dos produtos. ....	91
Quadro 7. espécies arbóreas comercializadas e levantamento de suas cores .....	102
Quadro 8. Identificação das espécies do estudo .....	105
Quadro 9. Propriedades físicas das espécies .....	110
Quadro 10. Resultado das análises de similares com relação à morfologia e estrutura. ....	117
Quadro 11. Requisitos e parâmetros estabelecidos para os produtos .....	120
Quadro 12. Amostras de madeira da espécie <i>Trattinnickia burserifolia</i> ( <i>Amescla</i> ) utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro ripada.....	130
Quadro 13. Amostras de madeira da espécie <i>Ochroma pyramidale</i> (pau-de-balsa) utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro ripada .....	130
Quadro 14. Amostras de madeira da espécie <i>Diplotropis racemosa</i> Amsh. (Sucupira-preta) utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro degradê” .....	138
Quadro 15. Amostras utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro rajada” .....	143
Quadro 16. Análise da trabalhabilidade da madeira Breu-Branco/ <i>Amescla</i> nos processos de fabricação do móvel.....	153
Quadro 17. Análise da trabalhabilidade da madeira <i>Ochroma pyramidale</i> (pau-de-balsa) nos processos de fabricação do móvel .....	156

Quadro 18. Análise da trabalhabilidade da madeira <i>Diploptropis racemosa</i> (Sucupira-preta) nos processos de fabricação do móvel.....	162
Quadro 19. Desempenho da trabalhabilidade da madeira <i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke. (Angelim-rajado) nos processos de fabricação do móvel .....	165
Quadro 20. Processos de usinagem e suas classificações gerais por espécie .....	167
Quadro 21. Classificações quanto a qualidade das superfícies da espécies nos processos.....	170

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	20
1.1 <i>OBJETIVO GERAL</i> .....	25
1.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	25
1.3 <i>HIPÓTESE</i> .....	25
1.4 <i>DELIMITAÇÃO DA PESQUISA</i> .....	26
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	28
2.1 <i>DESIGN DE PRODUTO E MATERIAIS</i> .....	28
2.2 <i>A MADEIRA</i> .....	48
2.2.2.1 <i>Densidade</i> .....	53
2.2.2.2 <i>Estabilidade dimensional (retrabilidade)</i> .....	55
2.2.2.3 <i>Propriedades sensoriais</i> .....	58
2.2.2.4 <i>Trabalhabilidade</i> .....	67
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	71
3.1 <i>CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA</i> .....	71
3.2 <i>IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DAS ESPÉCIES PARA O ESTUDO</i> ... 72	
3.3 <i>CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS</i> ... 76	
3.4 <i>PROPRIEDADES FÍSICAS</i> .....	76
3.2.2.1 <i>Densidade básica</i> .....	77
3.2.2.2 <i>Estabilidade dimensional</i> .....	79
3.5 <i>Procedimentos para o desenvolvimento dos produtos</i> .....	81
3.5.4.1 <i>Principais processos utilizados na confecção dos produtos</i> .....	92
3.5.4.2 <i>Coleta de dados sobre o desempenho das madeiras na confecção dos protótipos</i> .....	98
3.6 <i>ANÁLISE DOS DADOS</i> .....	99
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	102
4.1 <i>ESPÉCIES ORIUNDAS DA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL</i> .....	102
4.2 <i>CARACTERIZAÇÃO DAS MADEIRAS SELECIONADAS PARA O ESTUDO</i> .....	105
4.3 <i>DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS</i> .....	116

4.4	<i>PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DOS PRODUTOS</i> .....	130
4.5	<i>COMPORTAMENTO DAS MADEIRAS NA CONFECÇÃO DOS PRODUTOS (TRABALHABILIDADE)</i> .....	150
4.6	<i>OBSERVAÇÕES ADICIONAIS</i> .....	167
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	180
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	183
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	184

## 1 INTRODUÇÃO

A floresta amazônica apresenta uma grande diversidade de espécies florestais, onde a Amazônia brasileira é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no Brasil e no mundo (VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014). Assim, dentre as riquezas da região destaca-se principalmente esta abundância e diversidade de espécies com as mais variadas características e possibilidades de utilização (PEREIRA, 2013). Somente na xiloteca do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônica (INPA) já foram identificadas e catalogadas cerca de 3000 espécies tropicais amazônicas, ilustrando a heterogeneidade da floresta amazônica.

Acerca do panorama de exploração dessa diversidade sob regime de manejo sustentável na região, são manejadas mais de 50 espécies amazônicas com potencial madeireiro entre os municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, possibilitando e disponibilizando a comercialização de uma gama considerável de espécies (PRECIOUS WOODS, 2018), sendo a exploração florestal por meio do manejo sustentável importante para a utilização racional do recurso florestal, já que tem como objetivo gerar o mínimo impacto ambiental no processo de extração madeireiro, possibilitando sua recuperação natural (MMA, 2019).

A exploração e fornecimento de uma gama diversificada espécies para mercado madeireiro é importante para evidenciar a possibilidade de uso de outras espécies, pois busca colaborar e contribuir para o desenvolvimento do mercado de espécies de árvores menos conhecidas e utilizadas (PRECIOUS WOOD, 2018). Além disso, é importante também que segmentos de produção industriais que utilizam a madeira como matéria-prima busquem adquirir e utilizar tal diversidade, assim, colaborando com o desenvolvimento de uma demanda de mercado para as mesmas (PEREIRA, 2013).

Dentre os segmentos industriais que utilizam a madeira como principal matéria prima para produção de seus produtos está o moveleiro (RAZERA NETO, 2005; BRAINER, 2018), sendo tal setor reconhecido como

um dos principais dentro da indústria tradicional (HUSQVARNA, 2016; LIMA, 2019).

Nele, o design de produto é uma das áreas atuantes tendo em vista o desenvolvimento de projetos focados em mobiliários, sendo tal segmento de atuação reconhecido como Design de mobiliário (GOMES FILHO, 2006). Quanto a essa prática projetual de desenvolvimento de produtos, Lima (2019) destaca que a mesma caracteriza-se como um conjunto de atividades voltadas a especificação de um projeto de produto e seu processo de fabricação para que o mesmo consiga ser produzido de forma eficiente.

Além disso, a atividade projetual no design de produto também é ligada ao conhecimento sobre materiais em detrimento às necessidades do projeto a ser desenvolvido, onde a forma e capacidade de suporte de cada tipo de material possui relação com critérios relacionados aos requisitos do produto, já que o material interliga ideia e produção e, dessa forma, a seleção do material deve levar em consideração as mais diversas condições de uso e exigências quanto à forma, função e produção do produto (FERRANTE E WALTER, 2010; ALVES *et al.*, 2012; CALEGARI, 2013).

Assim, quando o projeto é direcionado ao desenvolvimento de móveis que utilizem a madeira como principal matéria-prima, o designer deve levar em consideração a adequação deste material ao uso que o mesmo será direcionado no produto, onde questões em torno de suas propriedades são consideradas importantes no que diz respeito à adequação aos processos construtivos, aspectos formais e atributos estéticos do móvel (CECCHETTIO e RAZERA, 2019).

Nesse sentido, com relação à adequação e uso da madeira na produção de móveis, Dias Júnior *et al.* (2013) salienta a relevância do conhecimento acerca de propriedades da madeira como as físicas, no tocante à densidade e estabilidade dimensional, e também parâmetros de trabalhabilidade, tendo em vista entender o comportamento da espécie com a qual se pretende trabalhar no que tange tais propriedades e seus impactos no produto.

Amorim (2013) também ressalta que a qualidade dos produtos está atrelada ao conhecimento prévio das propriedades da madeira, pois tal

conhecimento ajuda a maximizar sua utilização assim como corrobora com a redução de possíveis problemas no processo produtivo. Assim, destaca-se a importância do conhecimento das propriedades da madeira para que seja evidenciado seu potencial tecnológico para utilização nos projetos de produto.

Apesar da variedade de espécies amazônicas disponível para utilização, apenas algumas possuem maior interesse comercial, gerando um maior direcionamento da exploração de uma pequena quantidade, já que são mais procuradas (TAKEDA, 2015).

Complementando tal colocação, Pereira (2013) destaca que o desenvolvimento da demanda de mercado acerca de espécies alternativas está ligado ao conhecimento sobre o uso prático dessas matérias-primas e de suas qualidades quanto às características tecnológicas, sendo tais informações importantes para evidenciar o potencial de utilização das mesmas para fabricação de produtos.

Dentre as medidas que podem corroborar para evidenciar o potencial das madeiras para utilização em projetos de produtos, como o moveleiro, destaca-se o desenvolvimento de estudos técnico-científicos, pois conforme destaca Dias Junior et al (2013), os mesmos fornecem informações necessárias para melhor empregabilidade da matéria-prima.

Logo, dentro desse contexto, verifica-se que o desenvolvimento de pesquisas que visem destacar a qualidade e o potencial de utilização de madeiras alternativas amazônicas em projetos de produto ainda é uma demanda atual.

Assim, a problemática dessa pesquisa gira em torno da importância de se destacar e ilustrar de forma prática o potencial de utilização da variedade de madeiras amazônicas disponíveis para exploração e comercialização no setor madeireiro para o uso em projetos de design de produto moveleiro.

Dessa forma, tendo em vista a importância do conhecimento tecnológico da madeira para demonstrar sua qualidade para uso em produtos, assim como a importância de demonstrar de forma prática seu potencial de aplicabilidade, a questão central deste trabalho está ligada ao

estudo das propriedades tecnológicas e viabilidade técnica de algumas madeiras amazônicas alternativas inseridas no setor madeireiro, buscando verificar e destacar o potencial de utilização das mesmas em projetos de design de produto moveleiro.

Além disso, apesar de existirem literaturas especializadas acerca de informações tecnológicas sobre as madeiras, como IBDF (1988), INPA/CPPF (1991) e Pereira (2013), torna-se interessante colaborar com esse conhecimento por meio de pesquisas aplicadas que demonstrem o potencial de utilização prático dessas matérias-primas, analisando seu desempenho durante os processos de confecção do produto, sendo importante também reforçar as qualidades tecnológicas que impactam tal desempenho, em observância ao comportamento da madeira durante o processo. Dessa forma, tais informações podem auxiliar os projetistas que buscam referências de produtos já confeccionados com essas matérias-primas e o desempenho das mesmas nesse segmento projetual.

Assim, nesta pesquisa, o design de produto é utilizado como agente valorizador das madeiras amazônicas por meio da atuação técnico-científica relacionada ao estudo interdisciplinar acerca das propriedades tecnológicas da madeira e seu uso em projetos, sendo possível demonstrar o comportamento e a qualidade das mesmas na manufatura de produtos moveleiros de forma prática por meio dos resultados palpáveis derivados do desenvolvimento de protótipos físicos com a matéria-prima.

Além disso, o conhecimento científico torna-se importante sob o ponto de vista da atividade projetual no design de produto, já que as características tecnológicas das madeiras são indicadores da sua adequação ao projeto de produto, uma vez que as “características intrínsecas em cada material determinarão o seu uso dentro de um projeto” (ALVES *et al.*, 2012).

Tendo em conta que, além de agregar valor ao produto, o design também tem como papel, proporcionar a viabilidade técnica e funcional de novos produtos (SANTOS, 2000), o conhecimento da tecnologia da madeira aliado ao emprego do projeto em design pode exercer um papel importante na busca da introdução de espécies no mercado (SILVA, 2013). No campo

desta pesquisa, tal colocação se adéqua a atuação técnico-científica do design ligada a qualificação de materiais para uso em projetos de produto.

Desse modo, consideram-se como justificativas principais deste trabalho as seguintes possibilidades de impacto: científico, ambiental, econômico e tecnológico.

Entende-se que o impacto científico se configura a partir da contribuição da pesquisa por meio da geração de dados acerca das características tecnológicas de madeiras amazônicas e a aplicabilidade da madeira por meio da confecção de produtos, contribuindo com informações acerca do seu desempenho no processo de fabricação.

Sob o aspecto ambiental, contribui com a valorização de madeiras amazônicas, estando tais pontos ligados ao incentivo do uso de madeiras alternativas a fim de reduzir a exploração direcionada a apenas uma gama de espécies, buscando corroborar com a prática do manejo sustentável.

Acerca da possível contribuição econômica, engloba o estudo do potencial da maior aplicabilidade de espécies em projetos de produto no mercado moveleiro, já que se valendo do conhecimento de suas características, podem passar a ser mais procuradas e utilizadas em tal mercado.

No âmbito tecnológico, por meio do trabalho conjunto entre os conhecimentos técnicos no desenvolvimento de produtos, trabalhados juntamente com o conhecimento científico acerca das propriedades da madeira, onde a combinação dos conhecimentos trabalha em prol da promoção e valorização da madeira por meio dos produtos gerados, que comprovam sua viabilidade e qualidade técnico-científica para aplicação no desenvolvimento de produtos.

Logo, de forma geral, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que demonstrem, por meio de estudos técnico-científicos e resultados tangíveis, o potencial aplicado de utilização das madeiras amazônicas na confecção de produtos. Nesse sentido, o desenvolvimento dessa pesquisa em design é relevante por gerar dados acerca das propriedades tecnológicas dessas madeiras, além de verificar de forma aplicada por meio da atuação projetual em design de produto a qualidade

das mesmas na confecção de móveis, gerando informações que podem ser utilizadas por projetistas do setor moveleiro quanto as características e possibilidade de uso mais frequente de outras espécies neste setor.

A partir do exposto, sobre a perspectiva do Design de Produto no contexto dessa pesquisa, ao se projetar um móvel em madeira, o seguinte questionamento se faz relevante: madeiras amazônicas alternativas apresentam propriedades tecnológicas e viabilidade técnica para aplicação em projetos de produtos no segmento de mobiliários (móveis)? Sobre tal indagação este projeto se debruça.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o potencial tecnológico e a viabilidade técnica de madeiras amazônicas para uso em projetos de design de produto moveleiro.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Selecionar e caracterizar espécies arbóreas tropicais amazônicas com relação as suas propriedades tecnológicas
- Projetar e confeccionar protótipos com as madeiras selecionadas seguindo tendências observadas em produtos no mercado moveleiro
- Avaliar o desempenho das madeiras durante os processos de usinagem na confecção dos protótipos dos móveis
- Avaliar as propriedades tecnológicas das espécies para uso na produção de móveis

### **1.3 HIPÓTESE**

As espécies arbóreas da Amazônia utilizadas neste estudo apresentam viabilidade técnica para confecções móveis, considerando suas propriedades tecnológicas quanto às propriedades físicas e trabalhabilidade (usinagem).

#### **1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA**

Com relação às madeiras amazônicas trabalhadas neste estudo, estas foram delimitadas em 4 espécies com possibilidade de serem encontradas no mercado madeireiro. A realização do estudo com madeiras passíveis de aquisição teve por objetivo gerar dados que demonstrem a possibilidade da maior utilização das mesmas no mercado moveleiro.

No que se refere à caracterização tecnológica, a mesma foi limitada no levantamento de algumas características de maior interesse ao design de produto quanto ao desenvolvimento de móveis. Assim, limitou-se em características gerais (sensoriais/organolépticas), identificação das propriedades físicas e observação do desempenho das madeiras quanto a usinagem durante o beneficiamento das mesmas em móveis projetados.

Quanto às características gerais, foram observadas principalmente questões quanto à cor e figura. Para as propriedades físicas, foram obtidas a densidade básica e estabilidade dimensional (retrabilidade e coeficiente de anisotropia), onde nesta última o coeficiente de anisotropia foi o indicador desta propriedade.

Com relação ao beneficiamento, são relatadas as etapas de produção dos protótipos e observados o desempenho das madeiras quanto a trabalhabilidade, onde tal análise é direcionada a facilidade de execução e qualidade da superfície alcançada nos processos de usinagem.

Além disso, outros aspectos relacionados à produção de móveis, como análise de viabilidade econômica e comercial relacionada ao mercado, não foram abordadas neste trabalho. Nesse sentido, delimitou-se à análise da viabilidade técnica das madeiras na produção de mobiliários, observada mediante a análise das propriedades físicas e desempenho nos processos de usinagem no beneficiamento das madeiras em móveis por meio da produção de protótipos, informações tidas como importantes de serem evidenciadas para demonstração prática da adequação e indicação de uso das madeiras ao projeto de móveis.

Sobre a confecção de produtos, dentro do segmento de móveis residenciais foi delimitada uma única tipologia de produto que possibilitasse

o destaque da madeira em grande parte de sua estrutura. Além disso, tal foco em um único tipo de móvel buscou o direcionamento da atividade de projeto em design em torno de uma problemática projetual específica, possibilitando a coleta e análise de dados de forma mais enfática e menos generalista sobre uma tipologia, corroborando com o melhor entendimento da mesma e com o desenvolvimento do projeto do móvel em questão.

A análise de similares teve por objetivo identificar os principais padrões quanto a forma e estrutura da tipologia de móvel escolhida, tendo em vista propor projetos que se assemelham aos padrões utilizados no mercado atual para que, durante a execução dos protótipos, o comportamento das madeiras fossem observados em situações projetuais similares as solicitadas em produtos atuais, demonstrando suas qualidades para tais aplicações.

Destaca-se também que neste projeto os protótipos desenvolvidos foram utilizados como instrumento de validação do uso das madeiras para aplicação em projetos de design de produto de móveis, demonstrando a qualidade das mesmas para maior implementação em projetos desse segmento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DESIGN DE PRODUTO E MATERIAIS

O *design* é um termo derivado do inglês que incorpora os sentidos de projetar, planejar e esboçar, sendo que, quando atribuídos a área de atuação, referem-se a prática projetual que objetiva desenvolver e encontrar soluções de problemas com foco no bem-estar dos usuários (MOZOTA, 2011). Nesse contexto, o projeto pode ser compreendido como o processo de transformação de ideias ou necessidades mercadológicas em soluções tecnicamente exequíveis, ou seja, informações detalhadas que auxiliam na fabricação de um produto final (ASHBY, 2012).

Em complemento, o *World Design Organization* (Organização Mundial de Design) conceitua o design como “processo estratégico de solução de problemas que impulsiona a inovação, constrói o sucesso do negócio e leva a uma melhor qualidade de vida por meio de produtos, sistemas, serviços e experiências inovadoras”.

Assim, com base nos conceitos expostos, o *design* pode ser compreendido como o desenvolvimento de projetos técnicos que visam solucionar problemas ou materializar ideias de forma prática, exequível e economicamente viável, tendo em vista atender a necessidade do cliente e do usuário final do projeto em questão .

No âmbito do desenvolvimento projetual, o Design se ramifica em áreas de atuação, e dentre elas encontra-se o Design de Produto que, de acordo com Calegari e Oliveira (2013), pode ser entendida como uma atividade projetual responsável pela materialização de objetos que fazem parte do cotidiano das pessoas. Nesse contexto, um produto pode ser compreendido como um sistema técnico que “consiste em subunidades e componentes reunidos de modo tal que executa a tarefa exigida” (ASHBY, 2012) tornando-se seguro, efetivo e agradável caso consiga transmitir claramente seu modo de funcionamento (ASHBY E JOHNSON, 2011), proporcionando assim uma boa interface entre o produto e o usuário, ou seja, uma boa experiência de uso.

Ashby (2012, p.4) destaca que em um projeto de produto existem princípios importantes a serem considerados, sendo eles os princípios técnicos e formais. O primeiro engloba questões relacionadas aos aspectos físicos, de funcionamento adequado e produção. Já o segundo envolve questões quanto a cor, textura, apelo para o consumidor etc. Tal abordagem também é apresentada por Lobach (2001), que os aborda como atributos funcionais práticos, estéticos e simbólicos (Figura 1), os quais são considerados pelo autor como essenciais nas relações entre o objeto e o usuário.

Figura 1. Esquema das funções básicas e relação entre Usuário-Produto.



Fonte: adaptado de Lobach (2001)

Por *Função Prática* compreende-se os aspectos fisiológicos de uso do produto, ou seja, o desenvolvimento desta função tem o intuito de prover as condições fundamentais para manter a integridade física do homem quanto à facilidade de uso, segurança e eficácia de utilização, adequando o produto para as necessidades físicas do usuário, estando tal função ligada diretamente aos aspectos ergonômicos (LOBACH, 2001).

A *Função Estética* corresponde ao primeiro contato do produto com o usuário, sendo experimentada por intermédio dos aspectos psicológicos da percepção sensorial durante o uso, contribuindo para atrair a atenção do usuário (LOBACH, 2001). Tem como principais características a agradabilidade visual, a beleza e o “bem-estar contemplativo em relação a um dado objeto por parte do usuário” (GOMES FILHO, 2006, p. 43). Ashby e Johnson (2011) destacam que a estética é responsável por estimular e atrair os sentidos humanos que são pautados pelo senso de beleza, abrangendo os atributos sensoriais do produto que são ligados a sua configuração estética, abrangendo os materiais, cor, forma etc.

Já a *Função Simbólica* é derivada dos aspectos estéticos do produto e servem como referências para associações simbólicas manifestadas através de elementos como forma, cor, material, tratamento de superfícies etc (LOBACH, 2001). Essa relação com o aspecto estético do produto revela-se também por meio do estilo, o qual refere-se a qualidade formal que provoca atração visual e torna o produto desejável, assim como atribui uma identidade ao mesmo (GOMES FILHO, 2006). Além disso, Gomes Filho (2006) destaca a ligação da função simbólica com as atribuições de significação, status social, tipo de público e contexto cultural, onde tais questões guiaram a percepção das pessoas com relação ao produto.

Nesse contexto, Baxter (2011, p. 150) aponta que a aparência do produto possibilita associações simbólicas, onde “descrever o simbolismo do produto significa descrever os valores pessoais e sociais incorporados a aparência dele”. Wilm (2015) destaca que a forma como o produto transmite tais mensagens é chamada de “semântica ou significado do produto”. Baxter (2011) também comenta que o valor estético de um objeto está intimamente ligado ao material utilizado para confeccioná-lo, sendo complementado pelo valor simbólico atribuído a ele. Isto é, por meio dos materiais utilizados na configuração do produto, o mesmo transmite uma mensagem para o observador de acordo com a percepção deste com relação ao valor de tais materiais.

Como exemplo disso, pode-se citar um mobiliário onde são utilizados materiais nobres como cobre, o qual atribui ao produto um aspecto de elegância e preço mais elevado, sendo tal mensagem transmitida por meio do valor simbólico que este material carrega referente à riqueza e luxo.

Portanto, pode-se entender tais funções como uma das bases auxiliares na concepção do produto, já que por meio da definição exata das características tangíveis (questões técnicas ou práticas) e intangíveis (questões de percepção) (WILM, 2015) as soluções passam a ser delineadas de modo mais assertivo.

Esses produtos são desenvolvidos no design por meio da realização da chamada atividade ou prática projetual, sendo esta uma sequência de atividades voltadas a especificação de um projeto e seu processo de

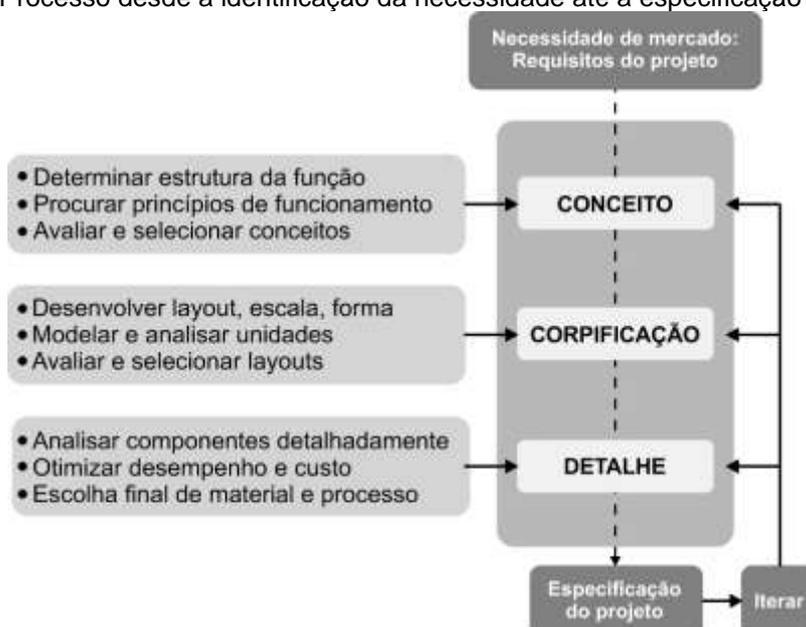
fabricação para que o mesmo esteja apto a ser produzido de forma eficiente (ASHBY, 2012; LIMA, 2019).

Levando em consideração a complexidade inerente à esta atividade, foram sendo criadas metodologias dedicadas ao delineamento de etapas e diretrizes para auxiliar no processo de estruturação do pensamento criativo e técnico durante o desenvolvimento do projeto. (FORCELLINI et al., 2006).

De modo geral, as metodologias projetuais direcionadas à produtos são compostas por fases, sendo elas: identificação prévia de uma necessidade ou problema norteador que serão traduzidos em um conjunto de requisitos ou demandas do projeto; o desenvolvimento de conceitos que busquem atender os requisitos; corporificação do conceito elegido como próximo do resultado ideal, envolvendo aqui o estudo e análise de dimensionamento, materiais, entre outros pontos que o tornarão viável; e por fim, o detalhamento do projeto, apresentando as especificações completas do produto final (BARAUNAS et al, 2015; ASHBY, 2012, p. 14).

Conforme ilustrado na Figura 2, Ashby (2012, p.16) destaca que, apesar de parecer um processo inteiramente linear, as etapas do projeto interagem entre si baseadas nas consequências das escolhas feitas em cada uma delas ou das necessidades que surgem durante o desenvolvimento do projeto.

Figura 2. Processo desde a identificação da necessidade até a especificação de produto



Fonte: Adaptado de Ashby (2012)

Diversos autores como Bonsiepe (1984), Munari (2008), Baxter (2011), Lobach (2001) elaboraram metodologias de projeto que são utilizadas para auxiliar a prática projetual do design de produto. Nelas é possível verificar a presença da abordagem sobre os materiais por meio da presença de uma etapa dedicada à pesquisa e conhecimento sobre eles.

A seleção de matérias é tida como uma etapa importante do projeto de produto, sendo necessário debruçar-se sobre o conhecimento científico acerca dos materiais a fim de compreendê-los melhor quanto as suas características tecnológicas e de manufatura (WILM, 2015; ASHBY, 2012). Assim, o conhecimento e compreensão acerca das características e particularidades dos materiais se faz relevante para auxiliar na seleção dos que mais se adéquam aos objetivos do projeto (ASHBY E JOHNSON, 2011; FERRANTE,2007).

Quadro 1. Metodologias de Design de Produto.

<b>AUTOR</b>	<b>FASE (PROCESSO CRIATIVO)</b>	<b>PROCESSO DE DESIGN (DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO)</b>
<b>LOBACH (2001)</b>	1 PREPARAÇÃO	-Análise de materiais e processos de fabricação
<b>MUNARI (2008)</b>	6 MATERIAIS E TECNOLOGIA	-Coleta de dados sobre materiais e tecnologias disponíveis para o projeto
<b>BONSIEPE (1984)</b>	2 ANÁLISE	-Análise sincrônica (inclui informação sobre materiais) -Análise morfológia (acabamento de superfície)
<b>BAXTER (2011)</b>	2 CONFIGURAÇÃO DO PROJETO	-Projeto de configuração para os componentes (especificação de materiais e processos)

Fonte: da pesquisa

No campo do Design, os materiais podem ser compreendidos como “componentes físicos que constituem um produto” (GOMES FILHO, 2006, p. 151), sendo assim “a matéria de que é feito o design de produto” (ASHBY E JOHNSON, 2011, p. 151). Ou seja, essa relação é centrada na concretização de uma ideia, tendo em vista que os materiais são responsáveis pela materialização do projeto, tendo um papel intermediador entre ideia e a reprodução física do mesmo, estando ligados a questões

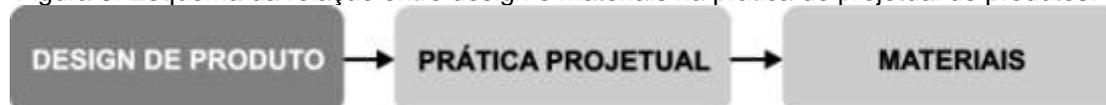
relacionadas às funções de produtos, a durabilidade, os custos etc (CALEGARI e OLIVEIRA, 2013; ASHBY e JOHNSON, 2011; GOMES FILHO, 2006; FERRANTE e WALTER, 2010).

Nesse sentido, os materiais exercem influência no design por meio dos papéis que podem desempenhar para o alcance de soluções, atendendo os requisitos propostos no projeto, como os de aspecto funcional do produto, estético, simbólico etc (CALEGARI E OLIVEIRA, 2013). Isto é, as características de cada material definem sua implementação dentro de um projeto, pois estas relacionam-se com os critérios estabelecidos para o produto, como forma, resistência, acabamento etc, sendo selecionados o material que suprir os requisitos impostos (ALVES et al, 2012).

Portanto, é relevante no processo de design que se tenha uma base de conhecimento e entendimento sobre materiais para que as ideias e conceitos possam ser aprimorados e transformados em produtos factíveis e concretos de serem desenvolvidas pela indústria (ASHBY E JOHNSON, 2011, p.4; FERANTE E WALTER, 2010).

Assim, um bom projeto de produto é resultante da combinação entre uma boa execução dos projeto técnicos e criativos, onde os materiais selecionados exercem um papel fundamental no alcance da solução proposta (ASHBY E JOHNSON, 2011).

Figura 3. Esquema da relação entre design e materiais na prática de projetual de produtos.



Fonte: da pesquisa

### 2.1.1 SELEÇÃO DOS MATERIAIS

A seleção do material para o projeto está ligada a interação entre processo e forma, onde para a obtenção de uma forma específica o material é submetido a um conjunto de processos, sendo estes denominados de fabricação, os quais incluem processos de desbaste de material, de união e acabamento (ASHBY, 2012).

Ashby (2012, p. 20) destaca que tais interações são impotentes no processo de seleção, pois no projeto “a especificação da forma restringe a escolha de material e processo; porém, igualmente, a especificação do processo limita a escolha do material e as formas acessíveis”. Assim, o conhecimento acerca das especificidades do material é um fato importante para o designer sob a perspectiva do desenvolvimento de projetos otimizados e factíveis.

De forma geral, o procedimento básico para seleção de materiais é dado pela dinâmica de identificação do perfil de atributos exigidos pelo projeto e, em seguida, a realização da comparação destes com os atributos dos materiais disponíveis para uso, ou seja, na seleção busca-se encontrar a melhor combinação entre o perfil de propriedades do projeto com os perfis de propriedades dos materiais para elaboração do produto (ASHBY, 2012, P.90). Assim, o processo de seleção dos materiais tem seu início na definição nas diretrizes básicas do projeto(CALEGARI E OLIVEIRA, 2014).

Logo, tais diretrizes agem como delimitadores dos aspectos desejados nos materiais, onde a seleção destes é conduzida por meio do levantamento e conhecimento acerca de suas propriedades tecnológicas, processos produtivos, característica estética etc (ASHBY E JOHNSON,2011). Desse modo, os requisitos definidos para o projeto corroboram com a determinação dos materiais mais viáveis para implementação no produto.

Assim, conforme Ashby (2012), a partir dos requisitos do projeto é realizado o processo de seleção dos materiais seguindo quatro etapas principais, sendo elas: *tradução*, *triagem*, *classificação* e *documentação*.

A etapa de tradução se refere a conversão dos requisitos projetuais em restrições e objetivos que poderão ser aplicados na busca de dados acerca dos materiais (ASHBY, 2012, P. 92). Ainda segundo o autor, os requisitos definem o que o produto ou componente deve fazer; para relacioná-los com propriedades de materiais, devem ser pontuados claramente a função, restrições, objetivos e variáveis de livre definição por parte do projetista.

Após a identificação das restrições, as mesmas são utilizadas na etapa de *triagem* para eliminação de materiais que não possuem algum atributo estabelecido como necessidade do projeto, sendo realizada também a escalação dos que possuem atributos condizentes com limites estabelecidos pelas restrições (ASHBY, 2012. P. 93).

Além disso, o autor destaca que, baseando-se nas propriedades que possuam maior relevância no atendimento das restrições, pode-se utilizá-las critérios de *classificação* dos materiais que permaneceram nesta etapa de acordo com sua capacidade de maximizar desempenho, ou seja, de acordo com os aspectos de desempenho exigidos no projeto é possível ordenar os materiais “por sua capacidade de ter bom desempenho na aplicação dada” (ASHBY, 2012, p. 94).

Por fim, a partir da lista reduzida e ordenada de materiais que restaram da filtragem realizada nas etapas anteriores, realiza-se uma busca detalhada do perfil de cada opção da lista, ou seja, sua documentação, sendo esta composta por dados descritivos, gráficos ou pictóricos, ou seja, dados sobre utilização, desempenho positivo ou negativo, disponibilidade, preço, condições locais etc (ASHBY, 2012). Assim, tendo em mãos todos esses dados, a documentação auxilia na escolha final do material mais viável.

Figura 4. Figura com esquema do processo de seleção de materiais segundo Ashby



Fonte: adaptado de Ashby (2012)

Isso posto, verifica-se que o processo de definição dos materiais está atrelado ao conhecimento sobre as propriedades que os definem, estando estes ligados também as características do produto. Paschoarelli et al (2019) destaca que no desenvolvimento de projeto, o designer articula variáveis que caracterizam o produto, estando estas associadas aos materiais selecionados para aplicação no mesmo. Segundo os autores, características como a forma, volume e cor são diretamente associados ao material e estes representam a interface entre o objeto e o usuário. Além desses aspectos estéticos, as propriedades ligadas aos aspectos operacionais de produção, e durabilidade, por exemplo, são igualmente importantes.

De modo geral, conforme destacada Ashby (2012, p. 28), na seleção dos materiais o que se procura em suma é um perfil de propriedades que

atenda as necessidades do projeto, e, para selecionar um material para desenvolver um projeto, são necessários dados sobre suas propriedades. Assim, o conhecimento sobre os atributos do material se faz importante para auxiliar no processo de seleção dos mais adequados às características desejadas no produto, tanto sob o aspecto visual quanto sob os aspectos de manufatura.

### *2.1.2 ATRIBUTOS DOS MATERIAIS*

Dentro de um projeto, os materiais desempenham funções distintas, sendo estas as de proporcionar funcionalidade técnica e a de criar personalidade para o produto (ASHBY E JOHSON, 2011) por meio dos significados que cada material possui, sendo interpretados pelas pessoas com base em seu contexto cultural (CALEGARI E OLIVEIRA, 2013). Deste modo, as funções desempenhadas pelos materiais no projeto estão ligadas a tais características que definem suas qualidades ou perfil, estando estas ligadas aos requisitos do projeto de produto.

Ou seja, dependendo das necessidades que o projeto demanda, as características dos materiais são analisadas para verificar se o seu perfil se enquadra nos requisitos impostos. Assim, os materiais podem assumir funções de atendimento a funções técnicas do produto, assim como atribui personalidade ao mesmo baseado em suas características visuais, sendo esta personalidade interpretada de maneiras distintas pelas pessoas de acordo com a base e conhecimentos e percepções particulares.

Em pesquisa realizada por Barauna et al (2015) acerca da relação entre design e materiais em trabalhos publicados no período de 2001 a 2007, foi destacado que, na seleção de materiais, os fatores para a tomada de decisão giram em torno do atendimento as demandas do produto a fim de otimizá-lo, quanto a questões ligadas ao métodos de produção, demanda estrutural, de tendência, moda, dentre outros.

É possível verificar que tais demandas giram em torno das questões técnicas e de personalidade do produto, identificadas por Barauna et al (2015) em sua pesquisa como questões abordadas e segmentada como

desenvolvimento físico e metafísico do projeto de produto, onde a seleção de materiais é resultante da análise de tais questões que definem o produto.

O desenvolvimento físico é a maneira mais material e tradicional para desenvolver um produto. Nesse assume-se que o produto deve apresentar propriedades para atender às funções e aos objetivos propostos. Enquanto, o valor metafísico de um produto está relacionado com o universo imaterial e em como a imaginação, o conhecimento e as experiências são preconcebidas e atribuídas ao produto. (BARAUNA et al., 2015, p. 5)

Assim, é visto que para selecionar um material, devem ser verificadas suas qualidades relacionadas ao atendimento de funções de cunho mais técnico do produto assim como questões relacionadas ao significado ou mensagem que o material carrega, estando este último aspecto ligado a questões culturais que impactam na interpretação e atribuição de significados.

Sobre isso, Choi (2017) comenta que, no produto, a comunicação entre o designer e o usuário é feita por meio dos materiais utilizados já que estes atribuem personalidade ao produto, sendo esta interpretada pelo usuário por intermédio da sua percepção com relação aos mesmos. Assim, ainda conforme o autor, a interface entre a personalidade pretendida do produto pelo projetista e as percepções dos usuários sobre os materiais, desempenham um papel determinante na seleção adequada destes para um produto, pois o material escolhido pode gerar uma impressão e definir características do produto.

De maneira geral, o perfil dos materiais nada mais é do que um conjunto de atributos, ou seja, as propriedades e características que constituem o material (ASHBY, 2012. P.89), sendo este perfil dividido em aspectos *tangíveis* e *intangíveis*, constituindo respectivamente a qualidade ou perfil objetivo e subjetivo dos mesmos (CALEGARI E OLIVEIRA, 2014).

Traçando um paralelo com os termos utilizados nos trabalhos encontrados por Baraunas et al (2015), o desenvolvimento físico e metafísico do produto de produto corresponde, respectivamente, aos aspectos tangíveis e intangíveis.

Os atributos tangíveis compõem o perfil objetivo ou técnico dos materiais ligados a informações quantificáveis ou mensuráveis como, por exemplo, as propriedades físicas e mecânicas (CALEGARI E OLIVEIRA, 2014).

Os atributos intangíveis são caracterizados por questões subjetivas como as relacionadas à estética e simbolismo dos materiais (CALEGARI E OLIVEIRA, 2014), ou seja, questões de cunho interpretativo que, conforme Dias (2009) são relacionadas com a percepção e atribuição significados, englobando também questões relacionadas a estética .

Karana et al (2008) em seu estudo acerca dos materiais no design de produto, elencou por meio de entrevistas com designers os aspectos sobre materiais considerados mais significativos durante a etapa de seleção, levando em conta os atributos do produto. Os autores reforçaram que o perfil dos materiais é segmentado pelas características de cunho objetivo e subjetivo. Por meio da pesquisa, foi identificado que inicialmente as propriedades ligadas aos aspectos sensoriais, como textura e cor são consideradas primeiramente na escolha dos materiais, sendo seguido pelas propriedades técnicas e de fabricação ligadas as questões de conformação do material.

Dentre os fatores avaliados para a seleção de materiais, os autores destacaram os relacionados às propriedades dos materiais, sendo eles:

- Propriedades Sensoriais: Visão, audição, olfato, paladar. Características ligadas a questões estéticas e táteis dos materiais;
- Propriedades Intangíveis: valores percebidos, associações, emoções, valores culturais, movimentos de design e tendências. Características ligadas a questões de percepção;
- Propriedades Técnicas: Processos de manufatura, volume produtivo, apropriação de técnicas de manufatura existentes, durabilidade, custos de produção. Características ligadas a questões mais exatas de desempenho dos materiais.

Karana et al (2008) também destacaram um quarto ponto, intitulado como “notas de design” que se relacionam com questões de cunho projetual, como limitações na forma, a combinação entre os materiais no produto,

princípios ambientais, análise de produtos similares etc. Como ponto complementar, destaca-se a disponibilidade do material, sendo este um ponto importante ligado à possibilidade de confecção dos produtos em grande escala assim como os custos ligados a aquisição do mesmo.

Figura 5. Figura com esquema dos aspectos dos materiais levados em consideração no processo de seleção segundo Karana et al (2008)



Fonte: adaptado de Karana et al (2008, tradução nossa)

Em sua pesquisa, Dias (2009) levantou alguns atributos técnicos, estéticos, práticos e simbólicos atrelados ao perfil objetivo e subjetivo dos materiais, ou seja, as características tangíveis e intangíveis dos materiais que podem ser observados para auxiliar no processo de seleção.

A autora destaca que tais informações são tidas como um guia para identificação dos atributos dos materiais que podem ser considerados como relevantes para o produto, sendo possível realizar a inclusão ou exclusão de outros critérios de acordo com as particularidades e necessidades do projeto.

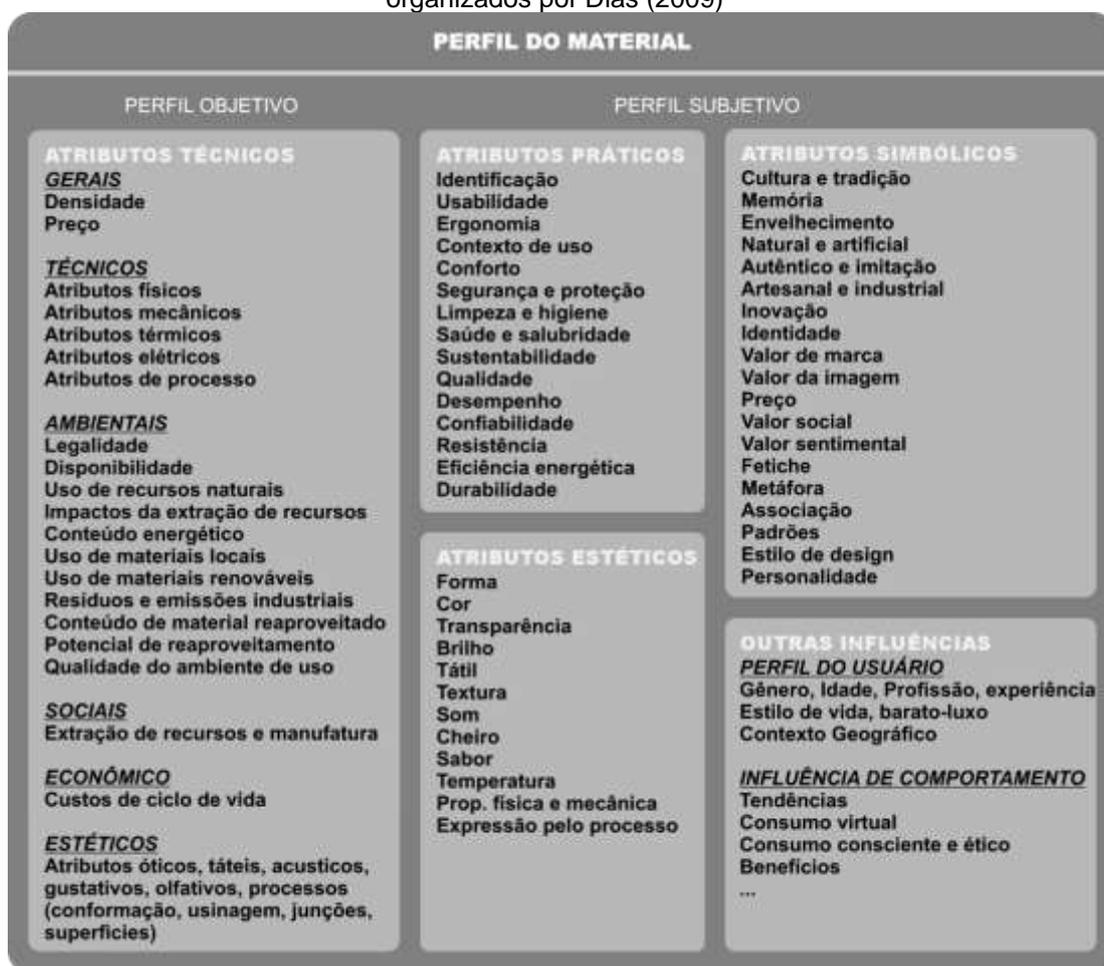
Dentre os atributos técnicos destaca-se aqui questões relacionadas a densidade ligada as propriedades físicas do material, atributos de processo e uso de recursos naturais.

Quanto aos atributos estéticos, destaca-se a cor, forma e aspectos de cunho tátil. No grupo de atributos práticos, a ergonomia, resistência e durabilidade são aspectos gerais atrelados ao produto.

Por fim, com relação aos atributos simbólicos os pontos ligados ao estilo de design, natural e artificial, artesanal e industrial, memória e valor sentimental, dentre outros, apresentam-se como informações subjetivas ligadas ao usuário e como este enxerga o produto.

Na figura 6 encontra-se uma adaptação do esquema proposto por Dias (2009) com relação aos pontos levantados a respeito do perfil do material.

Figura 6. Imagem com esquema dos possíveis atributos objetivos e subjetivos dos materiais organizados por Dias (2009)



Fonte: adaptado de Dias (2009)

Calegari e Oliveria (2014) também realizando um estudo com *designers* de produto acerca de questões ligadas aos materiais e o projeto, ou seja, os autores levantaram as características dos materiais que os profissionais consideram como relevantes na etapa de seleção dos mesmos durante o processo de *design*. Foi destacado que dentre os fatores que envolvem o processo de seleção de materiais estão às propriedades técnicas, sensoriais e intangíveis.

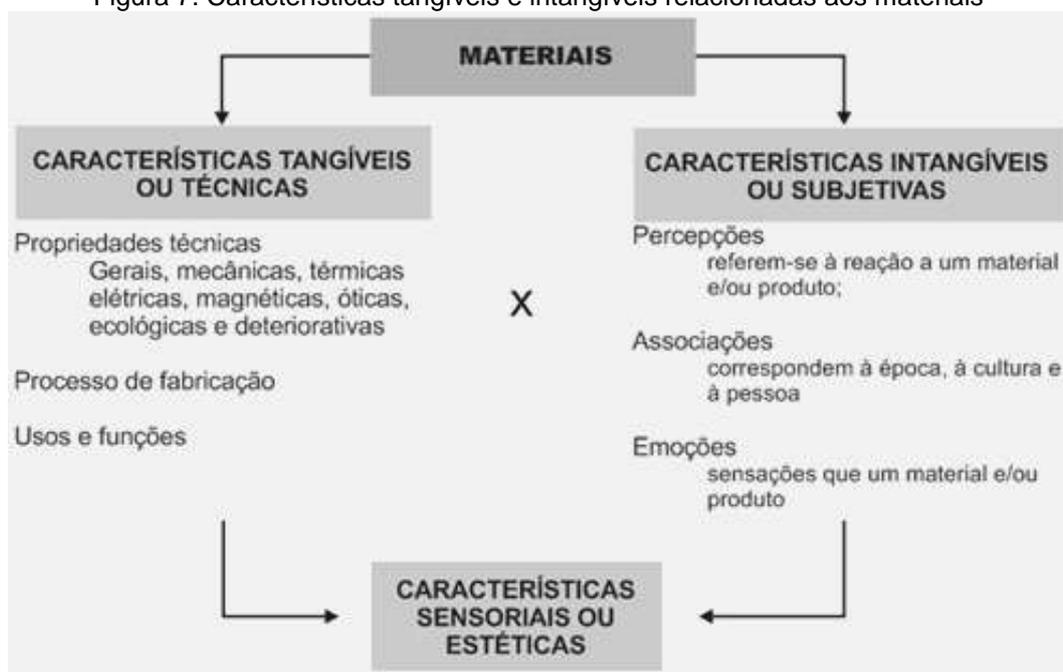
Com relação às propriedades técnicas, foi destacado que sua relevância durante o processo de seleção está relacionada ao conhecimento acerca da capacidade de um material de se adequar a aplicação que será destinada no produto, envolvendo questões como propriedades mecânicas, resistência, dureza, acabamento, durabilidade, disponibilidade, custo, material ecológico, ergonomia e processos de fabricação. Além disso, foi ressaltado que, apesar da importância de tais questões no desenvolvimento do produto, basta que o designer tenha uma noção geral sobre tais comportamentos dos materiais, não sendo necessário um aprofundamento denso sobre tais questões.

Outro ponto de destaque foi à forma como as propriedades dos materiais são disponibilizadas, sendo pontuado que apenas o formato quantificado não é adequado, sendo interessante pontua-los de maneira prática, evidenciando a utilização do material quanto aos processos de fabricação, acabamento etc.

Em relação às propriedades sensoriais foram destacados os sentidos da visão e do tato, estando esses relacionados a questões de conforto e agradabilidade transmitida pelo material. Com relação aos aspectos intangíveis, ressaltaram-se a estética, cultura, tendências, simbolismo e significado como pontos de tradução e comunicação dos conceitos do produto por meio dos materiais.

Em geral, os autores concluem que tais aspectos estão interligados na seleção dos materiais, sendo utilizados também como auxiliares nesse processo, reforçando também que a configuração do produto é dependente dos materiais.

Figura 7. Características tangíveis e intangíveis relacionadas aos materiais



Fonte: adaptado de Baruanas et al (2017a)

Sobre os atributos dos materiais, Barauna et al. (2017a) defende que no Século 21 tais aspectos são tidos como conhecimentos atrelados ao Design no que tange a prática projetual de desenvolvimento de produtos. Essa ligação é dada por meio da evidente influência que os materiais selecionados para compor um produto exercem sobre este, já que a configuração formal, estrutural e estilo de um dado produto correlacionam-se, respectivamente, com as propriedades físicas e com os aspectos sensoriais dos materiais ( CALEGARI E OLIVEIRA, 2013, p. 58). Assim, no projeto deve-se utilizar e explorar as qualidades dos materiais tanto sobre o ponto de vista da engenharia do produto quanto da estética e simbologia do mesmo.

Dessa forma, pode-se endossar, baseando-se nos atributos dos produto em paralelo com os dos materiais, que a pesquisa e conhecimento sobre materiais é relevante na prática projetual, sinalizando assim a importância e relação intrínseca entre os materiais e o design de produto, sendo que tal relação pode ser percebida ao estabelecer um paralelo entre as funções básicas dos produtos com os aspectos tangíveis e intangíveis dos materiais .

Figura 8. Correlação entre as características do produto e materiais

<b>PRODUTO</b>	←→	<b>MATERIAIS</b>
<b>FUNÇÃO PRÁTICA</b> (FOCO NAS NECESSIDADES FÍSICAS DO USUÁRIO) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidade de uso</li> <li>- Segurança</li> <li>- Eficácia</li> <li>- Ergonomia</li> </ul>		<b>CARACTERÍSTICAS TANGÍVEIS</b> (QUALIDADES TÉCNICAS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propriedades técnicas: Físicas, mecânicas, ecológicas etc</li> <li>- Processos de fabricação</li> <li>- Usos e funções</li> </ul>
<b>FUNÇÃO ESTÉTICA</b> (PERCEPÇÃO SENSORIAL E ASPECTOS VISUAIS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estética</li> <li>- Materiais</li> <li>- Cores</li> <li>- Texturas</li> </ul>		<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS</b> (QUALIDADES ESTÉTICAS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relação com os sentidos humanos Visão Tato Gosto Olfato</li> </ul>
<b>FUNÇÃO SIMBÓLICA</b> (ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Associação simbólica</li> <li>- Significação</li> <li>- Aspectos sociais</li> <li>- Contexto cultural</li> </ul>		<b>CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS</b> (QUALIDADES SUBJETIVAS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Percepções Reações ao material</li> <li>- Associações Época, cultura, pessoa</li> <li>- Emoções Sensações provocadas pelo material</li> </ul>

Fonte: da pesquisa

### 2.1.3 O USO DA MADEIRA COMO MATERIAL NO DESIGN DE PRODUTO

A natureza é caracterizada como o mundo material de onde são extraídos os recursos naturais pelo homem que, com o surgimento do desenvolvimento econômico e tecnológico transformou o consumo dos recursos naturais em recursos materiais, direcionando-os à produção de produtos (BARAUNA et al., 2017b). Tais recursos materiais são segmentados em categoriais diversas e, dentre elas, encontra-se a de materiais naturais, na qual a madeiras é integrante.

No Design de Produto, a utilização deste material é frequente principalmente no campo de atuação focado no desenvolvimento de produtos moveleiros, onde a madeira é tida como um material tradicional.

Segundo Gomes Filho (2006), o Design de Mobiliário é direcionado a concepção de “produtos industriais configurados por móveis, componentes e acessórios, com tipos e modelos os mais diversificados e utilizados interna ou externamente, em espaços e ambientes residenciais, comerciais etc”.

Assim, o mobiliário tem como papel compor os ambientes e torna-los funcionais por meio de atividade que desempenham no mesmo, onde a

interface entre o móvel e o usuário ocorre por meio da interação física ligada ao suporte às atividades diárias humanas, proporcionando conforto e eficiência (BOOTH E PLUNKETT, 2015). Além dessas questões de cunho funcional e prático do produto, em paralelo, os móveis também são incumbidos de estimular e satisfazer as necessidades dos usuários de cunho estético, sensoriais e simbólico (BOOTH E PLUNKETT, 2015), ou seja, também devem apresentar características ligadas a aspectos intangíveis.

Logo, a atuação geral de tais atributos está ligada a possibilidade de proporcionar uma boa experiência e prazer experimentado pelo usuário por meio de questões relacionadas ao uso do produto e as questões subjetivas, como as sensações que ele transmite por meio do apelo visual e dos significados que o produto carrega (BOOTH E PLUNKETT, 2015; PEREIRA, 2013). Nesse contexto, o material selecionado para compor a estrutura do móvel deve apresentar propriedades que vão de encontro aos atributos que definem seu perfil estrutural, estético e simbólico.

Sobre isso, Booth e Plunkett (2015) destacam que geralmente a escolha dos materiais para os móveis ocorre em virtude da priorização de determinada característica do produto atrelada principalmente à adequação a fins práticos ou por estética, porém, os autores destacam ambos os critérios devem ser atendidos, pois desempenham papéis complementares ligados ao atendimento de necessidades técnicas, relacionadas à estrutura e uso do produto, assim como questões de aspecto visual, já que estes objetos também ganham um papel decorativo no ambiente (BOOTH E PLUNKETT, 2015). Assim, para o desenvolvimento de projetos de móveis, torna-se importante o conhecimento sobre as características materiais a fim de facilitar e guiar o processo de seleção dos que mais se adéquam a necessidade do produto em questão.

Dando enfoque na madeira como principal material utilizado na estrutura dos móveis e baseando-se na ampla gama de espécies da Amazônia brasileiras disponíveis para utilização, o conhecimento acerca de suas características tecnológicas colabora na escolha da que melhor atenda tais especificidades do projeto produto (PEREIRA, 2013), pois, como

destaca Booth e Plunkett (2015), quando a gama de materiais disponíveis para implementação nos móveis é extensa, geralmente torna-se necessário que os designers e projetistas levantem informações acerca dos materiais que deseja utilizar no projeto. Logo, dentre diversos fatos, o conhecimento sobre as propriedades dos materiais é um indicador determinante para avaliar sua viabilidade de utilização em um projeto de produto (BAXTER, 2011)

No geral, dentre as propriedades tecnológicas da madeira que podem ser levadas em consideração durante a escolha da espécie a ser especificada para o projeto de um móvel, são destacadas as propriedades físicas, como densidade e estabilidade dimensional; características sensoriais, como cor e figura; e trabalhabilidade, ligada ao comportamento durante o processo de fabricação (PEREIRA, 2013). Tais propriedades giram em torno de aspectos ligados aos processos construtivos, atributos formais e estruturais, assim como aos atributos estéticos do móvel (CECCHETTIO e RAZERA, 2019), indo de encontro a colocação de Ashby e Johnson (2011) de que, a seleção dos materiais para no projeto é conduzido por meio do levantamento e conhecimento acerca de suas propriedades tecnológicas, processos produtivos, característica estética etc.

A variação apresentada pela madeira quanto à densidade e dureza possibilita que esse material seja trabalhado de maneira versátil conforme a necessidade do projetista tendo em vista sua constituição fibrosa que possibilita que a mesma proporcione boa resistência estrutural (PEREIRA, 2013).

Já a estabilidade dimensional da madeira é um fator a ser considerado ao utilizar a madeira na confecção de produtos, sendo um indicador relacionado a mudança nas suas dimensões por conta de seu inchamento e contração conforme absorve ou perde umidade (PEREIRA, 2013), ou seja, indica as tendências de deformações da madeira, além de estar relacionado com a secagem da madeira, sendo importante o uso de peças secas a fim de evitar tais variações dimensionais (BOOTH E PLUKETT, 2015), proporcionando aos móveis uma tendência menor de apresentarem deformações.

Com relação a questões de cunho estéticos e sensoriais que corroboram com a promoção de sensações prazerosas pela madeira assim como seu apelo visual, Pereira (2013) enfatiza que as características correspondentes a tais pontos incluem as cores, desenhos derivados de sua composição visual fibrosa e níveis de aspereza da superfície da madeira. Segundo Lobach (2001), a superfície aparente do produto apresenta grande influência sobre o efeito visual do mesmo, estando tais questões ligadas ao material escolhido e o acabamento superficial nele aplicado, sendo tais questões determinantes na percepção intuitiva do usuário associado a sensações como frio e calor, texturização etc.

Além disso, a madeira possui um apelo ambiental intrínseco percebido pelas pessoas, principalmente quando relacionado a valorização da diversidade de espécies (PEREIRA, 2013), estão tal abordagem ligada a questões subjetivas de percepção tanto do produto quando do material por parte do usuário.

Por fim, a trabalhabilidade está relacionada ao comportamento das madeiras durante os processos de fabricação, identificando o grau de facilidade apresentada por determinada espécie durante tais processos e a qualidade da superfície gerada ao final dos mesmos (PEREIRA, 2013). Assim, por meio de tais indicadores, é possível verificar de antemão o desempenho da madeira durante a confecção do produto, verificando se obtém bons resultados quando superfície e verificando se a mesma é adequada às necessidades do projeto quanto a facilidade e rapidez na produção, assim como nas questões relacionadas ao acabamento, pois quanto mais defeitos superficiais, mais dedicação de tempo para correção da mesma.

Fazendo uma correlação entre tais propriedades da madeira os atributos tangíveis e intangíveis tanto dos materiais quando dos produtos, é possível verificar como tais pontos estão conectados as suas características a serem levadas em consideração no projeto de mobiliário, onde as propriedades físicas e trabalhabilidade fazem parte do perfil objetivo ligadas às qualidades técnicas. Já as questões sensoriais da madeira relacionam-se as qualidades estéticas e sensoriais. Além disso, a sensação de conforto,

calor e apelo ambiental deste material conectam-se a qualidade subjetiva e atributo simbólico.

Assim, sabendo da importância do conhecimento sobre materiais para seleção dos mesmos no projeto de produto e, dando ênfase na madeira como matéria-prima utilizada para na confecção dos mesmos, observa-se que conhecer o comportamento da madeira quanto ao processo de fabricação, suas características sensoriais e físicas, faz parte do ato de pensar e planejar o projeto como um todo, conhecendo as vantagens e limitações do material que irá tornar o produto palpável, visto que, na concepção do produto, ainda no início do processo criativo onde as ideias estão sendo rascunhadas, já se prospecta a escolha de um material e os possíveis processos de fabricação atrelados a ele, e nessa atividade, o repertório acerca dos materiais é um fator importante para determinar as primeiras opções e processos de forma mais exata, onde “a existência de um produto depende de seu material constituinte e de um processo de fabricação para dar-lhe forma” (HELLMEISTER E MARAR, 2010, p.494), ou seja, a forma limita o material e este limita os processos.

## **2.2 A MADEIRA**

Sendo a madeira um material muito utilizado no design de mobiliário, o conhecimento acerca de suas propriedades e comportamento durante a usinagem se faz importante. Ou seja, por ser um material singular que apresenta diversas características que impactam em suas propriedades tecnológicas e, conseqüentemente, seu comportamento durante o uso ou beneficiamento, o conhecimento sobre tais questões faz-se necessário para que tal material seja empregado da forma correta nos projetos.

Segundo Ashby e Johnson (2011) é relevante ao processo projetual em design de produto que o profissional tenha uma base de conhecimento acerca das características do material e dos processos de usinagem atrelados a estes.

Assim, neste tópico será dado destaque às questões gerais acerca da madeira, suas características gerais ou sensoriais, propriedades físicas e trabalhabilidade.

### 2.2.1 PRINCÍPIOS GERAIS

Para iniciar a abordagem sobre a madeira, deve-se destacar que as árvores podem ser classificadas em dois grandes grupos, sendo o primeiro denominado *gimnospermas*, que dentre os tipos que o compõem destacam-se as coníferas (possuindo como uma das espécies tipicamente conhecidas o *pinus*); o segundo grupo denomina-se *angiospermas*, apresentando estrutura anatômica mais complexa e variável em comparação com o anterior, destacando-se aqui a classe das dicotiledôneas, também conhecidas como folhosas (PEREIRA, 2013; BURGER E RICHTER, 1991), na qual estão inseridas as madeiras amazônicas, as quais serão utilizadas nesta pesquisa.

Em geral, as árvores são constituídas por células que desempenham papéis vitais com relação ao seu crescimento e sustentação (SANTOS, 2018), possibilitando o desenvolvimento das mesmas e a geração do tecido lenhoso, de onde são extraídas as peças de madeiras.

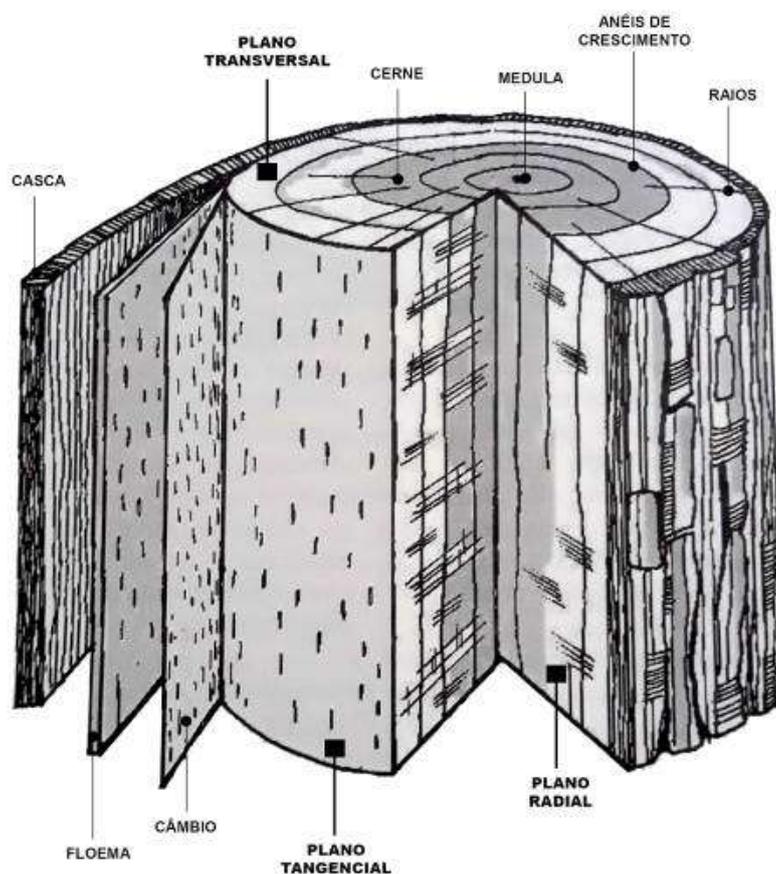
Assim, a madeira transformada em peças serradas (tábuas, pranchas etc) é derivada do tronco das árvores, parte de maior interesse comercial (SENAI, 2014), sendo as angiospermas dicotiledôneas compostas estruturalmente pela casca, floema, câmbio, xilema (sendo o tecido lenhoso ou a madeira propriamente dita) que subdivide-se em alborno e cerne, e por fim, a medula (PEREIRA, 2013).

Tais camadas podem ser descritas, segundo Burger e Richter (1991), da seguinte maneira:

- I. Casca: é o tecido mais externo do tronco, sendo constituído por uma camada protetora externa composta por tecidos mortos e uma camada interna, chamada floema, condutora da seiva elaborada, que é gerada na copa das árvores pós fotossíntese, servindo de alimento para as mesmas;

- II. Câmbio: fina camada microscópica responsável pela formação dos tecidos secundários, destacando-se o xilema secundário ou lenho, sendo assim, responsável pelo crescimento em diâmetro do tronco;
- III. Alburno: por estar próximo ao câmbio, é também uma parte funcional do lenho que promove a condução de líquidos, adquirindo uma coloração mais clara, sendo também mais suscetível a ataques de agentes degradadores;
- IV. Cerne: é a parte interna do tronco, sendo derivado nas zonas do alburno que cessam suas atividades funcionais, apresentando um tecido mais compacto, com durabilidade natural geralmente superior ao alburno, possuindo maior resistência a ataque de agentes degradadores e sendo detentor de uma coloração normalmente mais escurecida;
- V. Medula: a parte mais interna e central do tronco é denominada medula, sendo tal estrutura responsável pelo armazenamento de substâncias nutritivas, apresentando variações quanto ao tamanho, forma e coloração.

Figura 9. Composição do tronco.



Fonte: Adaptado de Mady (2000)

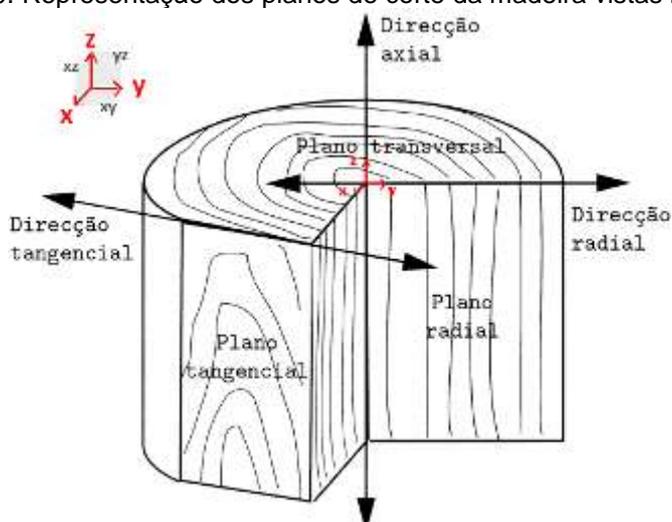
Em geral, por meio de tais elementos a madeira é constituída e as várias combinações entre estes promove a vasta quantidade de espécies com características peculiares e únicas (PEREIRA, 2013).

Para análise dos comportamentos e propriedades da madeira são utilizados três tipos de cortes ou planos de observação, sendo eles o transversal, radial e tangencial (MENDES, 1996), os quais também promovem um melhor entendimento sobre a disposição das células na madeira por meio da observação tridimensional desta (MADY, 2000). Em cada um desses planos de corte o comportamento físico-mecânico da madeira é distinto, tornando a madeira um material *anisotrópico* por conta desta característica (BURGER E RICHTER, 1991).

Burger e Richter (1991, p.38) e SENAI (2014, p.33) os definem da seguinte maneira:

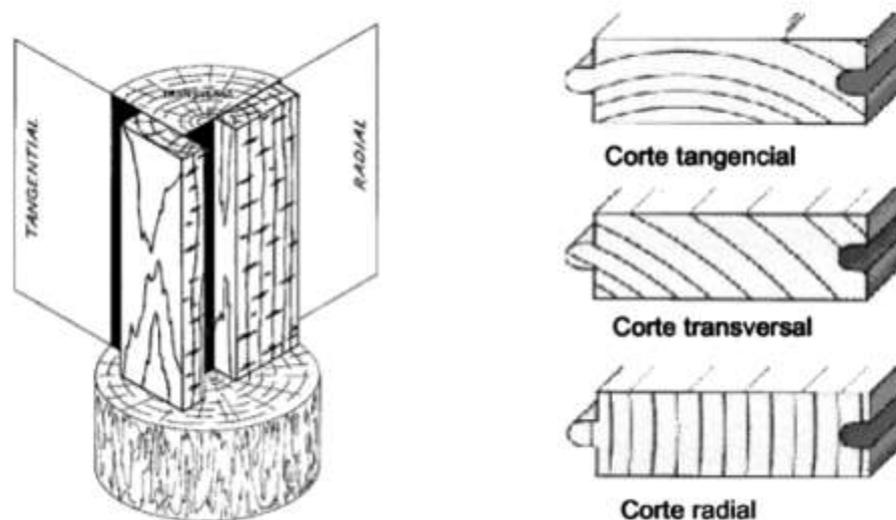
- I. Transversal ou topo (xy): onde pode-se observar o cerne, alborno, raios e anéis de crescimento da madeira, sendo perpendicular (forma ângulo  $90^\circ$ ) ao eixo ou direção axial (alongamento) do tronco ou às fibras;
- II. Longitudinal Radial (xz): Paralelo aos raios ou perpendicular aos anéis de crescimento, passando pelo centro, ou medula, do tronco e indo em direção a casca;
- III. Longitudinal Tangencial (yz): tangenciando os anéis de crescimento ou paralelo à eles, ou perpendicular aos raios, sendo perpendicular ao eixo radial, onde podem ser vistos mais claramente os veios da madeira.

Figura 10. Representação dos planos de corte da madeira vistas no tronco



Fonte: adaptado de Chapelet (1991 APUD MACHADO, 2006)

Figura 11. Representação dos tipos de peças de madeira serrada de acordo com os planos de corte.



Fonte: Santos (2018)

Com relação a capacidade de absorver ou liberar água de acordo com seu teor de umidade e o do ambiente em que se encontra, a madeira é também caracterizada como um material higroscópico (MENDES, 1996), o que a torna capaz de alterar seu volume e dimensões por conta desta perda ou ganho de líquido (PEREIRA, 2013; MENDES, 1996), impactando o peso e o volume das madeiras (MACHADO, 2006).

Além disso, com relação aos aspectos da organização celular, a madeira é tida como um organismo heterogêneo por apresentar, em seus diferentes planos, aspectos visuais distintos, sendo tal variação derivada das diferentes disposições e organizações celulares na madeira (BURGER E RICHTER, 1991), as quais são originadas e dependentes de um conjunto de fatores genéticos e ambientais que influenciam no desenvolvimento da árvore e promovem a singularidade de suas características finais, fazendo com que distintas peças de madeiras de uma mesma espécie dificilmente apresentem comportamento tecnológico exatamente igual durante seu uso ou beneficiamento (MADY, 2000). Assim, o conhecimento de suas propriedades é extremamente importante para o entendimento geral do seu

desempenho típico, guiando a escolha das espécies para as mais diversas utilizações.

## 2.2.2 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS

Calegari e Oliveira (2014) destacam que durante a etapa de seleção dos materiais no projeto em design de produto, são levadas em consideração as características dos materiais no que tange suas propriedades técnicas, sensoriais e intangíveis, ou seja, seus aspectos relacionados ao desempenho físico, aspectos relacionados aos sentidos humanos e aspectos relacionados à percepção individual, respectivamente.

Logo, no desenvolvimento projetual de mobiliários em madeira, os aspectos comportamentais, visuais e apelo simbólico ecológico deste material são importantes para a produção de um produto estável e atraente. Dentre as propriedades que estão ligadas a tais aspectos destacam-se as físicas, organolépticas e trabalhabilidade, abordadas a seguir.

### 2.2.2.1 Densidade

A densidade ou massa específica, é definida pela relação entre a quantidade de massa do material lenhoso e o espaço ou volume ocupado por ela, tendo sua unidade de medida expressa mais comumente em  $\text{kg/m}^3$  ou  $\text{g/cm}^3$  (IWAKIRI, 1982 apud MEDEIROS, 2019 ). Ou seja, indica quanto de material lenhoso a madeira apresenta em um determinado volume. Reflete tal volume da madeira por peso (BURGER E RICHTER, 1991). É também chamada como peso específico (MADY, 2000)

Esta propriedade física é tida como um dos principais parâmetros para a avaliação e obtenção de informações sobre a qualidade da madeira, sendo tal consideração dada em função da influência e correlação com outras propriedades físicas e mecânicas, teor de umidade, retrabilidade e durabilidade natural (FOELKEL et al 1971; PEREIRA, 2013; MADY, 2000; BURGER E RICHTER, 1991)

Madeiras com alta densidade apresentam características como maior resistência mecânica e durabilidade natural em relação aos ataques de agentes destruidores e à intempéries, diminuição da permeabilidade de soluções preservantes, aumento da dificuldade de secagem e dificuldade em relação a trabalhabilidade por provocar maiores desgastes nas ferramentas devido sua acentuada dureza (BURGER E RICHTER, 1991).

Já madeiras com baixa densidade, são mais leves, susceptíveis a ataques de xilófagos, possuem menor resistência mecânica e apresentam maiores dificuldades para obtenção de superfícies lisas devido a maior fragilidade e facilidade a machucados, resultando em uma superfície com aspecto aveludado (BURGER E RICHTER, 1991). Além disso, apresenta vantagem com relação ao custo mais baixo no transporte devido seu baixo peso (MADY, 2000).

Com relação a variação de valores, a densidade apresenta distinções entre espécies diferentes e na mesma espécie em diferentes regiões de uma mesma árvore, sendo tal variabilidade decorrente da combinação de fatores ambientais como solo, clima, umidade, aspectos anatômicos e genéticos da espécie (FOELKEL et al, 1971; KOLLMANN e CÔTÉ, 1968 apud LIRA, 2016; BUSNARDO et al, 1987 apud PEREIRA, 2008). Além disso, Burger e Richter (1991) expõe que a variação natural de peso entre madeiras distintas mas de mesma dimensão ocorre também por conta da quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume que cada uma apresenta.

A obtenção dos dados sobre esta propriedade é tida como fácil, e dentre as maneiras de se expressar a densidade, uma das mais práticas, usuais e estudadas na tecnologia da madeira é a densidade básica, sendo determinada pelo quociente da massa seca em estufa pelo volume verde ou saturado pela submersão em água (totalmente encharcada), valores estes definidos, respectivamente, quando a massa e o volume saturado atingem a constância, não apresentando variações (Panshin e De Zeeuw, 1980 apud BARROS, S., 2016; NASCIMENTO et al, 2017; ABNT, 2003; ABNT, 1997). Dentre as normas que adotam esse valor de referência, encontra-se a ABNT NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira, da ABNT (1997) .

Com relação à classificação, os valores numéricos que indicam a densidade básica da madeira são organizados em intervalos, podendo receber as seguintes denominações: Leve ou baixa; média; pesada ou alta (CORADIN e MUNIZ, 1991).

Tabela 1. Classes de variação da densidade da madeira.

<b>Intervalos</b>	<b>Denominação</b>
$\leq 0,50 \text{ g/cm}^3$	Leve ou baixa
$0,51 - 0,72 \text{ g/cm}^3$	Média
$\geq 0,73 \text{ g/cm}^3$	Alta ou pesada

Fonte: adaptado de Coradin e Muniz (1991)

#### 2.2.2.2 Estabilidade dimensional (retrabilidade)

A madeira possui água em sua estrutura e por ser um material higroscópico, ela absorve ou libera esta água de acordo seu teor de umidade e o do ambiente, sendo estes processos de secagem e absorção realizados até que a madeira atinja o seu equilíbrio de umidade com o do ambiente em que se encontra, sendo tal condição intitulada como Teor De Umidade de Equilíbrio (MENDES, 1996).

Segundo Mendes (1996), esta água presente na madeira pode ser classificada como água-livre e água-presa, estando a primeira presente nos poros ou dentro das células da madeira, o que faz com que ela seja a primeira a ser expelida no processo de secagem, e quando esta etapa é finalizado diz-se que a madeira atingiu o ponto de saturação das fibras (PSF). Tal fase não ocasiona em variações perceptíveis de dimensão (MACHADO, 2006). De acordo com Simpson (1991, apud DONATO, 2013) para atingir o PSF, normalmente a madeira está com um teor de umidade entre 25 e 35%, com valor médio de 28% de umidade na base seca.

Caso a madeira continue secando após o PSF, é iniciada a evaporação da água-presa que, como o próprio nome sugere, está presa no interior das paredes celulares, conferindo maior dificuldade e lentidão na sua remoção durante a secagem e, quando este processo de retirada é iniciado, a madeira começa a contrair-se devido o encolhimento da parede celular para preencher o espaço deixado pela água-presa (MENDES, 1996).

Abaixo do ponto de saturação das fibras é iniciado o fenômeno de retração da madeira, ocorrendo a contração ou diminuição da mesma (MENDONÇA, 2006), ocasionando a variação dimensional das peças. Por ser um material anisotrópico (BURGER E RICHTER, 1991), tais alterações dimensionais são observadas nos três planos ou direções de corte da madeira, principalmente nas direções tangencial e radial, exercendo um impacto mínimo e basicamente imperceptível na direção longitudinal, que ocorre ao longo do eixo da árvore (PEREIRA, 2013; MENDES, 1996).

Logo, verifica-se que a contração está relacionada a estabilidade dimensional, propriedade física referente às mudanças dimensionais de uma peça de madeira em função da perda ou ganho de umidade até que se atinja a condição de *equilíbrio higroscópico* ou teor de umidade de equilíbrio com o ambiente (PEREIRA, 2013; MENDES, 1996), ou seja, a secagem da madeira continua até que a umidade da mesma seja igual a condição de umidade do ambiente em que está alojada. Nesse cenário de retração, a madeira encontra-se propícia a sofrer deformações (MACHADO, 2006).

Assim, objetivando evitar os defeitos derivados das contrações, como empenamentos e rachaduras, é ideal realizar o processo de secagem da madeira, sendo atribuídas a tais peças vantagens como bom acabamento, boa fixação de tintas e vernizes, colagem resistente e duradoura, menor peso e maior estabilidade dimensional, promovendo assim a diminuição das variações nas dimensões das peças (MENDES, 1996; MADY, 2000).

Com relação a sua medição, as contrações tangencial, radial e volumétrica, sendo esta última a alteração no volume total, têm suas taxas medidas em percentuais e classificados em intervalos, recebendo estes as seguintes denominações: baixa, média e alta (PEREIRA, 2013).

Tabela 2. Classes de variação da contração da madeira.

Contração	Intervalos		
	Baixa	Média	Alta
Tangencial	≤ 7,43%	> 7,44% a ≤ 11,93%	> 11,94%
Radial	≤ 3,51%	> 3,51% a ≤ 5,59%	> 5,56%
Volumétrica	≤ 12,32%	>12,33% a ≤ 19,39%	> 19,40%

Fonte: Maineri e Chimelo (1989 apud PEREIRA, 2013)

Para Valente *et al.* (2013, p.493) “o estudo das contrações é importante, pois está relacionado à estabilidade dimensional da madeira e seus efeitos sobre o uso da madeira”. Em seu estudo, Souza *et al.* (2009) observou relações entre a densidade e a retrabilidade, verificando que quanto mais densa a madeira, maiores serão os valores de contração ou retrabilidade das peças, indo de encontro ou pontuado por Burger e Richter (1991) de que madeiras com alta densidade apresentam maior tendência de apresentarem instabilidade dimensional (BURGER E RICHTER, 1991).

A relação entre as contrações tangencial e radial é denominada *fator ou coeficiente de anisotropia*, parâmetro pelo qual se realiza a avaliação da variação dimensional, possibilitando indicar a qualidade da madeira sobre o aspecto da variação dimensional e seus possíveis usos de acordo com essa característica (FONSECA, 2016; NOCK *et al.*, 1975 apud POTULSKI, 2010), estando tais colocações de acordo com as considerações de Valente *et al.* (2013) citadas anteriormente. Logo, este índice é o mais importante em termos de avaliação da estabilidade dimensional da madeira, sendo definido ou calculado pelo quociente entre os valores da contrações tangencial e radial (T/R) (MACHADO, 2006; DURLO E MARCHIORI, 1992 apud POTULSKI, 2010)

Quanto maior o valor anisotrópico, mais difícil de preparar a madeira para o uso e mais delicado será seu desempenho funcional devido os riscos de empenamentos e rachaduras de atrelados a sua retração (DURLO E MARCHIORI, 1992 apud BARROS, F., 2019), sendo importante obter conhecimento acerca desta informação para a caracterização e emprego adequado nos projetos, concluindo-se que o bom desempenho dependerá de variáveis como umidade da peça e do ambiente no espaço físico onde será alocada (MACHADO, 2006).

O índice ou fator anisotrópico ideal é o que mais se aproxima de 1, indicando o baixa alteração dimensional da madeira com relação ao seu comportamento durante a secagem ou troca de umidade com o ambiente (MORESCHI, 2012). Logo, a anisotropia de contração quanto mais próxima de 1, melhor será a estabilidade dimensional (DURLO E MARCHIORI, 1992 apud POTULSKI, 2010).

Tabela 3. Coeficiente de anisotropia dimensional na retração da madeira

<b>Coeficiente de anisotropia</b>	<b>Qualidade da madeira</b>	<b>Utilização indicada para a madeira</b>
1,2 a 1,5	Excelente	Móveis finos, esquadrias, barcos etc
1,5 a 2,0	Normal	Estantes, mesas, armários, usos que permitam pequenos empenamentos
Acima de 2,0	Ruim	Construção civil (observadas as características mecânicas, carvão, lenha etc

Fonte: Nock et al (1975 APUD JUNTTEL, 2018)

Com respeito a confecção de produtos, como móveis, o conhecimento sobre a estabilidade dimensional é importante, tendo em vista conhecer suas tendências de apresentar contrações e, conseqüentemente, defeitos como a aparição de emendas, rachaduras ou deformações (MENDES, 1996). Além disso, pode ser utilizada como parâmetro de comparação as espécies, sendo desejável que as madeiras apresentem alta estabilidade dimensional principalmente quando se pretende combinar espécies diferentes ou quando as peças são posicionadas de maneira muito aproximada (PEREIRA, 2013)

Dentre as maneiras simples e paliativa para melhorar a estabilidade nos produtos finais está a utilização de substâncias para proteção da superfície da madeira com a aplicação de ceras, vernizes, stain etc (REMADE, 2001), assim como a utilização de madeiras que se encontrem secas, com a umidade de utilização ou umidade de equilíbrio do local de uso ou próximo a ele (MENDES, 1996; MADY, 2000).

Além de influenciar na estabilidade dimensional da madeira o teor de umidade da madeira também está relacionado com a trabalhabilidade, indicando a maior ou menor facilidade em trabalhar com a madeira (MORESCHI, 2012, P.29). Sobre a confecção de produtos, o autor destaca que o alcance teor de umidade de equilíbrio, antes de ser iniciado os processos de usinagem, proporciona a diminuição do risco de futuras deformações e demais defeitos durante o uso do produto.

### 2.2.2.3 Propriedades sensoriais

Na seleção de materiais para um projeto em design é levado em consideração os aspectos visuais e táteis dos mesmos, sendo estes fatores

importantes para o uso dos materiais, nos quais a madeira ganha destaque por conta das suas características sensoriais, sendo estas as percebidas pelos sentidos humanos ( BOOTH E PLUNKETT, 2015; PEREIRA, 2013)

A identificação e definição dessas características é norteadas por certa subjetividade por depender normalmente da interpretação e da percepção pessoal do pesquisador (PEREIRA, 2013)

São sete os indicadores utilizados na caracterização sensorial das madeiras, os quais são listados e definidos a seguir:

#### *2.2.2.3.1 Cor*

A cor da madeira é um dos principais parâmetros observados para auxiliar e influenciar na comercialização e uso de determinada espécie, principalmente com relação ao aspecto e valor decorativo, sendo esta propriedade um dos seus elementos de destaque (PEREIRA, 2013, SENAI, 2014).

Sua coloração, que geralmente apresenta diferenças de cor e tom entre o cerne e alburno, é derivada da composição química das substâncias ou extrativos orgânicos (como tanino, resinas etc) impregnadas nas células e nas paredes celulares, principalmente do cerne, sendo melhor observado em superfícies planas recém-polidas com navalha (PEREIRA, 2013; MADY, 2000; SENAI, 2014; BURGER e RICHTER, 1991 ).

Segundo Burger e Richter (1991) alguns destes extrativos se apresentam de forma tóxica para fungos, insetos e agentes marinho xilófagos, fazendo com que madeiras escuras sejam, em geral, mais duráveis.

Com relação a tonalidade, esta tende a sofrer alterações com o passar do tempo por conta de fatores como incidência de luz solar, umidade, exposição ao ar e escurecimento devido a oxidação de componentes orgânicos contidos no lenho (MADY, 2000; SENAI, 2014). Além disso, a madeira pode ganhar um aspecto acinzentado envelhecido por sofrer o desprendimento das fibras e celulose da superfície, ocorrendo

principalmente em madeiras que não receberam verniz, tinta ou outro tratamento superficial preservativo (MADY, 2000).

No que se refere à avaliação e classificação da cor da madeira, deve-se observar o cerne, sendo tal característica observada na superfície longitudinal tangencial usinada recentemente por corte, raspagem ou lixamento (BOTOSSO, 2011).

Sua definição é geralmente subjetiva, sendo realizada por meio da observação e avaliação individual do pesquisador sobre a madeira, porém, caso queira oferecer uma descrição mais objetiva, este pode utilizar como auxílio dois métodos, sendo eles a colorimetria, que utiliza um equipamento específico chamado espectrofotômetro que gera coordenadas numéricas as quais representam a cor, e também pode utilizar o método comparativo pelo sistema Munsell de cor, que apesar de ainda lançar mão da percepção visual do pesquisador, utiliza como guia tabelas cromáticas para tecidos vegetais ou solos, corroborando para uma aferição e descrição com maior embasamento (PEREIRA, 2013; BURGER E RICHTER, 1991).

Assim, ao consultar fontes que descrevem a cor de um espécie é percebida uma variação de nomenclaturas e definições, sendo tal fato ligado à subjetividade da aferição. Porém, é possível verificar a presença, comumente, de cores como: branco ou bege claro, rosa, vermelho, castanho ou marrom, amarelo, roxo e preto, recebendo complementos na nomenclatura de acordo com a tonalidade, que geralmente ilustra a proximidade com outros tons, como por exemplo o castanho tendendo ao alaranjado, avermelhado ou amarelado, por exemplo. Mady (2000, p. 49) corrobora com tal coloração ao destacar que “o padrão de coloração pode variar em várias tonalidades”, assim como Burger e Richter (1991, p. 41), que mencionam sobre a diversidade de tons que podem ser encontrados “entre indivíduos de uma mesma espécie e até em um único tronco”.

#### 2.2.2.3.2 *Grã*

A grã pode ser definida como o desenho produzido pela direção ou orientação geral dos elementos celulares verticais constituintes do lenho

(madeira) em relação ao eixo axial ou longitudinal (direção vertical ou alongamento) do tronco ou peças de madeira (BURGER E RICHTER, 1991).

O processo de desenvolvimento e crescimento da árvore sofrem diversas influências que promovem uma variação natural no arranjo e direção dos tecidos axiais, originando diversos tipos de grã, que podem se manifestar de formas distintas como, por exemplo, a ocorrência de mais de um tipologia em árvores distintas de uma mesma espécie, assim como em uma mesma árvore ou em diferentes amostras desta (BURGER E RICHTER, 1991; PEREIRA, 2013).

Os desenhos em formato de linhas ou fios são dados pela disposição dos elementos fibrosos do lenho que auxiliam na análise e classificação do tipo de grã presente na peça de madeira, sendo tal classificação dividida em grã direita e grãs irregulares (PEREIRA, 2013; SENAI, 2014).

- **Direita, linheira, reta ou regular**

A grã é classificada como direita quando os tecidos axiais estão paralelamente orientados ao eixo axial do tronco ou peças de madeira, não excedendo mais de 3% de inclinação com relação à aresta (PEREIRA, 2013; MADY, 2000).

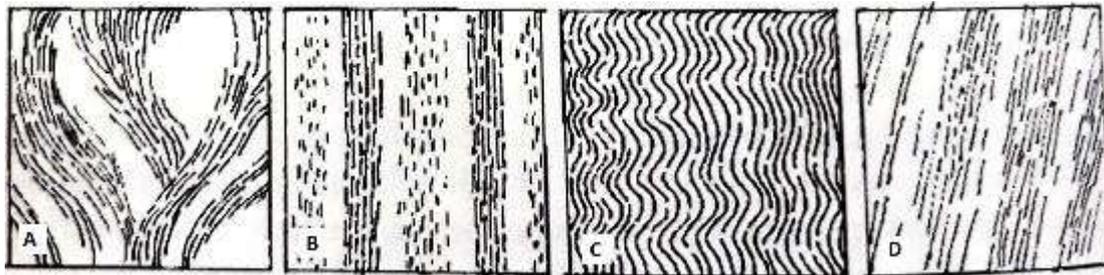
A grã direita colabora para elevar a resistência mecânica, não ocasionam deformações durante o processo de secagem, facilitam o processo de desdobro e processamento da madeira, além de, sobre o aspecto visual, proporcionarem superfícies uniformes e sem arranjos visuais muito diferenciados (BURGER E RICHTER, 1991). Além disso, Santos (2018) cita que nesse alinhamento da grã as madeiras apresentam maior facilidade de sofrer rachaduras do que com grã irregular, onde tal ocorrência é ocasionada pelo paralelismo dos elementos anatômicos.

- **Irregular**

A grã é classificada como irregular quando apresenta desvios ou inclinações dos elementos axiais em diferentes direções em relação ao eixo axial ou vertical do tronco ou peça de madeira (BURGER E RICHTER, 1991), sendo tais irregularidades divididas em quatro tipos, como define Burger e Richter (1991, p. 43-45):

- *Espiralada ou torcida*: desenho em espiral formado pela disposição dos elementos axiais em relação ao eixo vertical do tronco;
- *Entrecruzada ou revessa*: é uma derivação da grã espiralada, apresentando alternância de inclinação periódicas. Este tipo não afeta significativamente a resistência mecânica mas impacta na secagem e trabalhabilidade, promovendo empenos e deformações, dificuldades de prover um bom acabamento superficial, além de, sobre o aspecto visual, gerar desenhos diferenciados;
- *Ondulada ou crespa*: identificada como linhas curvilíneas regulares de formato ondulado, apresentando alternadamente faixas escuras e claras nas superfícies longitudinais, além de observações similares a grã entrecruzada quanto ao uso;
- *Inclinada, diagonal ou oblíqua*: definida como o desvio angular do elementos axiais com relação ao eixo longitudinal ou vertical da peça de madeira, afetando-a significativamente conforme a inclinação se acentua, promovendo a redução da resistência mecânica e acentuando a ocorrência de deformações durante a secagem.

Figura 12. Aspecto visual de grãos irregulares; A: aspiralada; B: entrecruzada; C: ondulada; D: inclinada.



Fonte: Mady (2000)

### 2.2.2.3.3 Textura

Textura pode ser definida como o aspecto visual produzida na superfície da madeira por fatores como a dimensão, à distribuição e à abundância de elementos estruturais do lenho, sobretudo pelo diâmetro dos poros e largura dos vasos, observados em plano transversal (SENAI, 2014; BURGER E RICHTER, 1991; PEREIRA, 2013). Mello (2007) destaca que a textura descreve a aparência da superfície quanto ao grau de uniformidade da mesma.

A classificação da textura da madeira, que pode ser organizada em três tipos, sendo estes:

- textura fina: Poros com diâmetro diminuto (inferior a 100 milésimos de milímetro) uniformemente distribuídos, parênquima axial invisível a olho nu e/ou escasso (PEREIRA, 2013; BURGER E RICHTER, 1991). Por apresentar elementos de pequenas dimensões, tende a apresentar superfície homogênea e lisa (BOTOSSO, 2011);

Figura 13. madeiras de textura fina



Fonte: A - (IPT, 2019a); B - (IPT, 2019b)

- *textura média*: Poros com diâmetro médio (entre 100 e 300 milésimos de milímetro) e parênquima axial com possibilidade de serem ou não visualizados a olho nú (PEREIRA, 2013);

Figura 14. madeiras de textura média



Fonte: A - (IPT, 2019c); B - (IPT, 2019d)

- *Textura grossa*: Poros de maior diâmetro (superior a 300 milésimos de milímetro) visíveis a olho nu, com raios largos ou parênquima axial muito abundante e contrastante (PEREIRA, 2013; BURGER E RICHTER, 1991).

Figura 15. madeiras de textura grossa



Fonte: A - (IPT, 2019e); B - (IPT, 2019f)

Como complemento, descreve-se a textura fibrosa:

- *Textura Fibrosa*: Evidentes em madeiras com tons mais escuros, textura grossa e parênquima abundante, apresentando contrastes colorimétricos entre as fibras e parênquimas axial, sendo estes escuros e claros, respectivamente (BOTOSSO, 2011; MADY, 2000).

Figura 16. madeira de textura grossa fibrosa



Fonte: A - (IPT,2019g)

#### 2.2.2.3.4 *Brilho*

O brilho é relacionado a capacidade das paredes da madeira de refletirem a luz, sendo melhor observado em superfícies planas e apresentando maior brilho na face radial devido o cintilar ou espelhamento dos raios (SENAI, 2014; PEREIRA, 2013; BURGER E RICHTER, 1991).

De acordo com Pereira (2013, p. 75), pode ser classificado em: “brilho irregular”, “brilho ausente”, “brilho moderado”, “brilho acentuado”.

#### 2.2.2.3.5 *Cheiro ou Odor*

O cheiro da madeira, presente mais fortemente quando a peça é cortada, é dado pela presença de compostos ou substâncias orgânicas que, em geral, concentram-se no cerne da madeira, onde o cheiro se apresenta com maior intensidade (SENAI, 2014).

Com a ação do tempo, a madeira pode ter seu cheiro parcialmente reduzido, porém, caso a mesma seja cortada, raspada ou umedecida, pode voltar a acentuar tal característica (BURGER E RICHTER, 1991).

Assim, com relação ao uso para confecção de produtos, esta propriedade pode ser determinante para a adoção ou recusa da madeira, já que pode influenciar nas características da mercadoria a qual entre em contato (SENAI, 2014), assim como pode interferir na percepção do material pelos usuários durante o manuseio.

A exemplo desses impactos pode-se destacar embalagens alimentícias, palitos de dente, sorvete ou churrasco, nas quais preza-se o uso de materiais inodoros com o objetivo de precaver influências nas características do produto armazenado (BURGER E RICHTER, 1991).

Com relação a classificação, o cheiro pode ser descrito como distinto ou indistinto, podendo a primeira apresentar especificações como agradável, desagradável, pouco distinto ou característico etc (BOTOSSO, 2011; PEREIRA, 2013).

#### *2.2.2.3.6 Gosto ou Sabor*

Essa característica é facilmente percebida em madeiras verdes ou recém-cortadas, sendo geralmente relacionada ao cheiro da madeira, já que estas se originam das mesmas substâncias e, assim, recebem advertências similares com relação ao uso para confecção de produtos, devendo ser evitada a adoção de madeiras com sabor acentuado em embalagens alimentícias e objetos que entrarão em contato com o paladar, como palitos e colheres (SENAI, 2014; BURGER E RICHTER, 1991). Conforme Pereira (2013), com relação a classificação, o gosto pode ser descrito como: indistinto; característico; amargo; adocicado; adstringente.

#### *2.2.2.3.7 Figura*

A figura caracteriza e descreve o desenho natural das faces da madeira resultante da influência de características como cerne, alburno, cor, grã, anéis de crescimento e os raios (SENAI, 2014). Logo, a figura está relacionada ao aspecto visual decorativa da madeira decorrente da

combinação dessa variabilidade de características organolépticas e anatômicas.

#### 2.2.2.4 Trabalhabilidade

No mercado de madeira, são normalmente comercializadas peças serradas como tábuas, ripas, pranchas etc, que podem passar pelo processo de beneficiamento, sendo este o “processo de acabamento em plaina ou em outro processo equivalente, para se obter uniformidade de dimensões e/ou um melhor acabamento superficial em uma ou mais faces e/ou bordas” (ABNT, 2002).

Na fabricação de um produto em madeira, tais peças serradas são utilizadas e, quando há a necessidade de se atingir um bom acabamento, é de grande importância conhecer o comportamento da espécie utilizada durante a usinagem em máquinas ou ferramentas manuais e industriais, assim como qualidade da superfície que poder ser obtida (ASTM, 2011)

Assim, o termo *trabalhabilidade* refere-se a tais informações acerca do comportamento da madeira ao ser processada com máquinas e ferramentas manuais, tanto a respeito da facilidade de ser trabalhada, quanto à qualidade da superfície obtida como resultados dos processos (PEREIRA, 2013; BURGER e RICHTER, 1991)

Para realização de estudos sobre a trabalhabilidade das espécies de madeira durante a usinagem, geralmente é utilizada a norma americana ASTM D1666-11, que define técnicas e procedimento para análise do desempenho das madeiras em testes de usinagem básicos, como aplainamento, lixamento, furação, dentre outros.

No geral, o universo dos processos de fabricação possuem três famílias sendo elas conformação, união e acabamento, onde nesse contexto, um *processo* pode definido como “método de conformação, união ou acabamento de um material” (ASHBY, 2012, p. 334). Segundo Pereira (2013, p.63), no geral, a trabalhabilidade pode ser observada nestes grupos

básicos de processos, podendo ser utilizados os seguintes procedimentos ou ferramentas:

- *Usinagem*: utiliza-se máquinas ou ferramentas como serras, plainas, furadeira, torno, etc;
- *União*: União ou ligação da madeira entre si ou com outros materiais utilizando, por exemplo, pregos e parafusos;
- *Acabamento*: etapa de finalização do processo de fabricação utilizando-se lixa, polimento, qualidade da aplicação de vernizes etc.

Quando a definições, a norma ABNT NBR 6175/1971 define usinagem e acabamento da seguinte maneira:

- *Usinagem*: entende-se o processo mecânico que, mediante a remoção do cavaco por determinada ferramenta, visa conferir a uma peça a forma, dimensões, ou o acabamento especificado, ou ainda uma combinação qualquer destes três;
- *Acabamento*: Operação de usinagem destinada a obter na peça as dimensões finais ou um acabamento superficial especificado, ou ambos.

Ainda segundo a norma ABNT NBR 6175/1971, sobre processos mecânicos de usinagem, os tidos como básicos podem ser definidos da seguinte forma:

- *Aplainamento*: processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de superfícies regradadas, por um movimento retilíneo alternativo da peça ou da ferramenta. O aplainamento pode ser horizontal e vertical. Quanto a finalidade, as operações de aplainamento podem ser classificadas ainda em aplainamento de desbaste e aplainamento de acabamento;
- *Furação*: Processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de um furo geralmente cilíndrico numa peça, com auxílio de uma ferramenta geralmente multicortante. Para tanto, a ferramenta ou a peça giram, e simultaneamente a ferramenta ou pela se desloca segundo uma trajetória retilínea, coincidente ou paralela ao eixo principal de rotação da máquina;

- *Serramento*: Processo mecânico de usinagem destinado ao seccionamento ou recorte com auxílio de ferramentas multicortantes de pequena espessura. Para tanto, a ferramenta gira ou se desloca, ou executa ambos os movimentos e a peça se desloca ou se mantém parada. O serramento pode ser retilíneo ou circular;
- *Lixamento*: Processo mecânico de usinagem por abrasão executado por abrasivo aderido a uma tela e movimentado com pressão contra a peça;
- *Polimento*: processo mecânico de usinagem por abrasão, no qual a ferramenta é constituída por um disco ou conglomerado de discos revestido de substâncias abrasivas.

Silva et al. (1996 apud SILVA et al, 2009) citam que os principais defeitos atrelados a usinagem da madeira tem ligação fatores como variações das propriedades da madeira, características de funcionamento das máquinas, ferramentas de corte e o treinamento da mão-de-obra.

Com relação ao impacto de outras propriedades sobre a trabalhabilidade da madeira, Dias Júnior et al (2013) salientam que no processo de usinagem um dos maiores problemas encontrados são as características anisotrópicas e diferentes propriedades físicas e mecânicas, que ocasionam na dificuldade de padronização operacional, ocasionando variâncias no resultados de rendimento e qualidade. Assim, é importante conhecer tais características para melhor o uso e aproveitamento das madeiras durante a confecção dos produtos.

Além disso, Burger e Richter (1991) abordam que a grã da madeira pode ser um parâmetro indicativo quanto a facilidade de se obter um bom acabamento superficial, onde madeiras de grã reta apresentam bons resultados neste sentido, porém, em sentido contrário, a presença de grãos irregulares proporcionam superfícies ásperas nas regiões onde o instrumento utilizado na usinagem passa em sentido oposto à direção normal dos tecidos da madeira, como nos processos de lixamento e aplainamento.

Segundo Mady (2000), a densidade, propriedade física da madeira, também exerce grande influência na trabalhabilidade com relação aos processos de usinagem.

Madeiras com baixo peso específico, apesar de pouca resistência, são mais fáceis de serrar, pregar e aparafusar. Madeiras com peso específico alto são quase sempre duras e mais difíceis de trabalhar e no caso de usar-se pregos, geralmente requerem pré-furação. Isso causa um desgaste maior não só no tempo do operador de máquinas, mas principalmente das ferramentas que entrarão em contato com esta espécie. Haverá um atrito maior e conseqüentemente desgastes nas lâminas de serras de fita, serra de disco, serrotes, plainas, que resultará em maiores custos com afiação e substituição (MADY, 2000, p. 72).

Com relação ao acabamento superficial, a textura da madeira também influencia no resultado final das peças. Madeiras de textura grossa apresentam dificuldade de obtenção de superfícies lisas e sem defeitos (MADY, 2000) assim como tendem a absorver mais as substâncias que lhe são aplicadas, provocando uma má aderência entre superfícies coladas caso a substância adesiva seja muito absorvida (BURGER E RICHTER, 1991).

Já madeiras de textura fina proporcionam bom acabamento e superfície homogênea por abrasão, como por lixas, e na aplicação de tintas e vernizes (MADY, 2000), porém, por apresentar poros pequenos, ocasiona na dificuldade de penetração da substância adesiva, reduzindo a área de colagem e sua eficiência (BURGER E RICHTER, 1991).

Dias Junior et al (2013) salientam que na produção de produtos, como móveis, o conhecimento dos parâmetros de trabalhabilidade é importante para o uso correto das madeiras de espécies variadas nos projetos, tendo em vista seu comportamento em relação as demandas do projeto em relação ao processos de fabricação.

Assim, é percebido que o conhecimento acerca das características das madeiras quanto a trabalhabilidade também está correlacionado com outras propriedades tecnológicas das mesmas, onde a combinação de tais características são indicativos do seu desempenho no processo produto, mostrando a importância de se obter informações sobre as características e comportamento da madeira para seleciona-las e utiliza-as de forma eficiente nos projetos de design de produto com essa matéria-prima.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

##### *3.1.1 QUANTO À NATUREZA/FINALIDADE*

No que se refere a sua natureza (finalidade), esta pesquisa é classificada como aplicada. Tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e resultados práticos dos conhecimentos (GIL, 2008). Assim, a pesquisa recebe tal classificação tendo em vista que a geração dos conhecimentos sobre as madeiras amazônicas ganham um fim prático mediante seu direcionamento ao desenvolvimento de produtos por meio do design, assim como pela evidência do potencial de utilização prático da matéria-prima no mercado moveleiro.

##### *3.1.2 QUANTO A FORMA DE ABORDAGEM AO PROBLEMA*

No que se refere a forma de abordagem ao problema, esta pesquisa é classificada como quali-quantitativa.

A pesquisa qualitativa tem como característica a não quantificação das informações, possuindo mais subjetividade, sendo que os dados obtidos são analisados indutivamente pelo pesquisador, assim como a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados (PROVDANOV e FREITAS, 2013). Logo, a abordagem dá-se em torno do desempenho da madeira durante a confecção de produtos.

Já na abordagem quantitativa, os dados são quantificados tanto na coleta das informações quanto na análise das mesmas por meio de técnicas de estatística (PROVDANOV e FREITAS, 2013), sendo aqui implementada na investigação das propriedades físicas da madeira.

### 3.1.3 QUANTO AO OBJETIVO OU NÍVEL

No que se refere a tipologia conforme a definição dos seus objetivos (tipo de conhecimento que se quer produzir), esta pesquisa é classificada como descritiva. Este tipo de pesquisa preocupa-se com a descrição das características de um objeto ou fenômeno de estudo, interpretando fatos que ocorrem (GIL, 2008). Ou seja, se observa, registra e analisam os dados sem a manipulação por parte do pesquisador, buscando-se descobrir suas características, causas, relações com outros fatos etc (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Assim, nesta pesquisa, tal classificação está ligada ao objetivo de registrar, descrever e interpretar o comportamento e propriedades da madeira ligada a sua utilização em projetos de design de produto moveleiro.

## **3.2 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DAS ESPÉCIES PARA O ESTUDO**

As amostras das espécies arbóreas utilizadas nesta pesquisa foram derivadas de duas áreas distintas, sendo elas da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda. e o do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), das quais coletou-se, respectivamente, amostras oriundas de manejo florestal e de árvore naturalmente caída.

### 3.2.1 MIL MADEIRAS PRECIOSAS LTDA. (MIL MADEIREIRA)

A Empresa Precious Wood Amazon Ltda. (Mil Madeireiras), está situada no município de Itacoatiara, a 227 Km da cidade de Manaus do Estado do Amazonas, compreendendo uma área total de 122.729 hectares (Figura 17) (Precious Wood, 2018).



As amostras foram destinadas ao Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira/Xiloteca da Coordenação de Tecnologia e Inovação – COTEI do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA para confirmação de sua identificação pelo tecnologista Jorge Alves de Freitas, sendo importante ressaltar que tal processo foi executado com base na experiência e conhecimento do especialista para confirmação da identificação das espécies.

As identificações efetuadas pelo especialista foram baseadas nas técnicas usualmente aplicadas na identificação anatômica macroscópica da madeira, seguindo as orientações contidas nas normas técnicas COPANT (1974) e IBAMA (1991), utilizando principalmente as características sensoriais e anatômicas macroscópicas, sendo também utilizado o método de comparação (confronto) tendo como suporte a Coleção Botânica – Xiloteca / COTI / INPA, corroborando com as observações realizadas.

Após a identificação das espécies, foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito das suas características gerais, com foco principalmente na cor das madeiras, sendo tal levantamento utilizado para guiar o processo de seleção das espécies finais para o estudo. A busca das informações foi a partir dos nomes científicos (gênero e espécie) das amostras, obtidos por meio de consultas à livros, catálogos, trabalhos de pesquisa científica e sites de instituições dedicados ao estudo das madeiras.

A partir das informações coletadas, a seleção das espécies para o estudo e confecção dos produtos foi realizada levando em consideração os seguintes critérios:

- Espécies de interesse comercial da empresa para confecção de produtos, com foco em mobiliários;
- Espécies com material lenhoso já disponível no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira (LEAM-INPA), sendo estes concedidos pela empresa;
- Características gerais ou sensoriais, levando em consideração a figura e a cor (agrupando por tal característica para melhor visualização e organização das opções).

### 3.2.2 INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

Na segunda área, correspondendo ao *Campus II* do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia localizado na avenida Efigênio Salles, Manaus-AM (Figura 19), foi selecionada para o estudo uma árvore naturalmente caída, da qual foi retirada um disco com 5 cm de espessura da base do tronco, obtendo dele uma amostra em forma de cunha para a realização do procedimento de identificação da espécie no Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira - LAIM/Xiloteca do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, submetidas à análise para confirmação de sua identificação pelo tecnologista especialista em anatomia da madeira responsável pelo laboratório, sendo adotados os procedimentos descritos anteriormente para identificação da espécie.

Árvores naturalmente caídas são aquelas que tombam por causas naturais como tempestades, ventanias, doenças dentre outros fatores, tendo como características principais a exposição de suas raízes (COSTA e NASCIMENTO, 2016).

Assim, no decorrer da pesquisa, surgiu a oportunidade de se trabalhar também com uma espécie de árvore naturalmente caída, mostrando-se oportuno incluí-la para contribuição no contexto de valorização de tal recurso florestal, gerando conhecimento acerca de suas características tecnológicas, principalmente para fins de beneficiamento em produtos moveleiros, colaborando para evidenciação do potencial de uso beneficiado desse recurso florestal de baixo impacto ambiental .



Fonte: Google Maps (2020)

### 3.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS

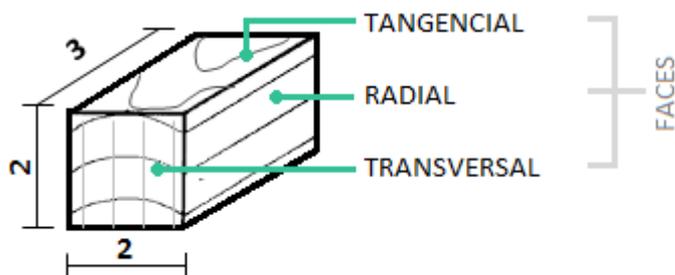
A composição dos dados relacionados à caracterização geral ou sensorial das madeiras selecionadas foi realizada por meio de consulta a literatura bibliográfica especializada (livros, catálogos, trabalhos de pesquisa científica e sites de instituições dedicados ao estudo das madeiras) conforme indicação do técnico, tendo em vista que tais espécies são conhecidas cientificamente. Buscou-se levantar as características quanto à cor, brilho, cheiro, gosto, grã, textura e figura. Foram tecidas observações adicionais, quando pertinente, baseadas nas características das amostras de madeira.

### 3.4 PROPRIEDADES FÍSICAS

Os procedimentos realizados para determinação das propriedades físicas foram baseados na norma ABNT NBR 7190 (1997).

Para realização dos estudos, foram confeccionados para cada espécie 10 corpos de prova de seção transversal quadrada com 2 cm x 2cm e 3 cm de comprimento, ao longo das fibras. Todos os corpos de prova foram orientados segundo a distribuição dos raios da madeira, sendo tais elementos vistos como pequenas linhas finas que vão desde o centro do tronco até sua extremidade, cortando os anéis de crescimento, sendo aqui observados na face transversal.

Figura 20. Dimensões do corpo de prova para determinação das propriedades físicas



Fonte: da pesquisa

Além disso, os corpos de prova foram marcados numericamente para fins de organização e identificação precisa durante os procedimentos.

Figura 21. Corpos-de-prova numericamente identificados em ordem crescente a fim de prover organização durante os procedimentos de determinação das propriedades físicas.



Fonte: da pesquisa

No Quadro 2 são apresentadas as propriedades físicas analisadas nesta pesquisa, bem como as notações e unidades de medida.

Quadro 2. Propriedades físicas das madeiras utilizadas no estudo.

	PROPRIEDADES	NOTAÇÃO USADA	UNIDADE
<b>FÍSICAS</b>	Densidade básica	Db	g/cm <sup>3</sup>
	Contração/Retração radial	Rr	%
	Contração/Retração tangencial	Rt	%
	Coefficiente de Anisotropia	CA	%

Onde: g= grama; cm= centímetro; %= porcentagem

Fonte: da pesquisa

### 3.2.2.1 Densidade básica

A densidade básica foi obtida pelo quociente entre a massa seca (também conhecido como peso seco) pelo volume saturado (também conhecido volume verde), expressa pela Equação 1.

$$Db = \frac{Ps}{Vv} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Db= Densidade básica ou Massa Específica (g/cm<sup>3</sup>)

Ps= Massa seca ou peso seco (g)

Vv= Volume saturado ou verde (cm<sup>3</sup>)

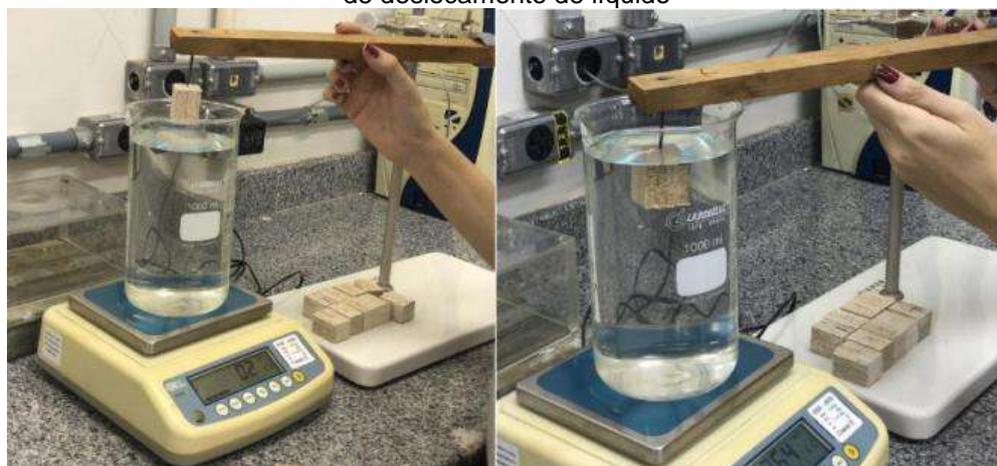
Para determinação do volume saturado, os corpos de prova foram agrupados por espécie e imersos em água depositada em sacos plásticos individuais para cada grupo. Os corpos de prova ficaram submersos até atingirem a saturação completa, ou seja, massa/peso constante ou com variação máxima de 0,5% em relação à medida anterior.

O volume saturado foi obtido pelo método de deslocamento de líquido, por meio do qual realiza-se a imersão do corpo-de-prova (saturado) em um becker de vidro com água, estando este apoiado sobre uma balança de precisão.

Para a imersão, os corpos-de-prova foram fixados em um dispositivo composto por um suporte, garra e haste metálica. A imersão da madeira faz com que ela desloque um volume de líquido semelhante ao seu volume, obtendo-se dessa forma o volume saturado por meio do valor, em gramas, indicado pela balança de precisão.

Assim, a mensuração do volume saturado de todos os corpos-de-prova foi feita na balança de precisão, na qual foram pesados individualmente e tiveram os valores anotados conforme sua numeração de identificação.

Figura 22. Procedimento de determinação do volume saturado das madeiras pelo método de deslocamento de líquido



Fonte: da pesquisa

Em seguida, para obtenção do peso/massa seca, os corpos de prova foram levados para estufa a uma temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até atingirem

peso constante ou com variação entre duas medidas consecutivas menores ou iguais a 0,5% da última massa medida.

Vale ressaltar que, para todas as medições de peso, utilizou-se uma balança digital de precisão com 0,01g de sensibilidade.

Figura 23. Corpos de prova organizados na estufa (A e B); obtenção do peso seco por meio de medição em balança digital com precisão de 0,01g (C)



Fonte: da pesquisa

Nesse estudo, a classificação da densidade das madeiras foi baseada no intervalo proposto por Coradin e Muniz (1991).

Tabela 4. Classificação da densidade básica da madeira (Db)

CLASSIFICAÇÃO	INTERVALO (g.cm <sup>3</sup> )
Baixa (Leve)	$Db \leq 0,50$
Média (Média)	$0,51 \geq Db \leq 0,72$
Alta (Pesada)	$Db \geq 0,73$

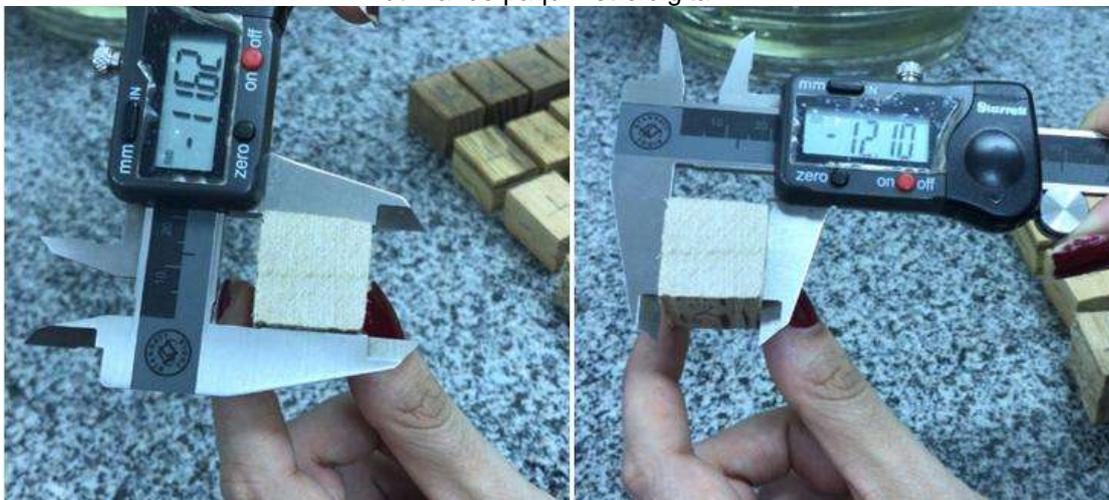
Fonte: Coradin e Muniz (1991)

### 3.2.2.2 Estabilidade dimensional

Para o estudo da variação dimensional quanto à retrabilidade, foram utilizados os mesmos corpos-de-prova empregados na determinação da densidade básica, identificando as faces tangencial e radial para mensuração das contrações nas mesmas.

Com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm, realizou-se em cada amostra, nas condições saturada e seca em estufa, duas medições próximo as extremidades de todos os corpos-de-prova nas faces radial e tangencial.

Figura 24. Aferição das medidas dos corpos-de-prova nas superfícies tangencial e radial utilizando paquímetro digital



Fonte: da pesquisa

Assim, a partir dos valores obtidos, a retrabilidade ou contração em ambas as faces foram calculadas pela equação:

$$C = \frac{D_v - D_s}{D_v} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

C= Contração/Retrabilidade tangencial ou radial (%);

D<sub>v</sub>= dimensão na direção radial/tangencial, na condição verde/saturada (mm);

D<sub>s</sub>= dimensão na direção radial/tangencial, na condição seca (mm).

A partir dos dados da retrabilidade tangencial e radial, foi determinado o coeficiente de anisotropia, sendo este obtido pelo quociente entre as contrações lineares radial e tangencial, indicadas pela retrabilidade obtida anteriormente, onde tal cálculo é expresso na Equação 3.

$$CA = \frac{R_t}{R_r} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

CA= coeficiente de anisotropia.

R<sub>t</sub>= retrabilidade/contração tangencial.

R<sub>r</sub>= retrabilidade/contração radial.

Nesse estudo, a classificação quanto a anisotropia seguiram as indicações de Nock et al (1975 apud JUNTTEL, 2018)

Tabela 5. Coeficiente de anisotropia dimensional na retração da madeira

<b>Coeficiente de anisotropia</b>	<b>Qualidade da madeira</b>	<b>Utilização indicada para a madeira</b>
1,2 a 1,5	Excelente	Móveis finos, esquadrias, barcos etc
1,5 a 2,0	Normal	Estantes, mesas, armários, usos que permitam pequenos empenamentos
Acima de 2,0	Ruim	Construção civil (observadas as características mecânicas, carvão, lenha etc

Fonte: Nock et al (1975 apud JUNTTEL, 2018)

### **3.5 PROCEDIMENTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS**

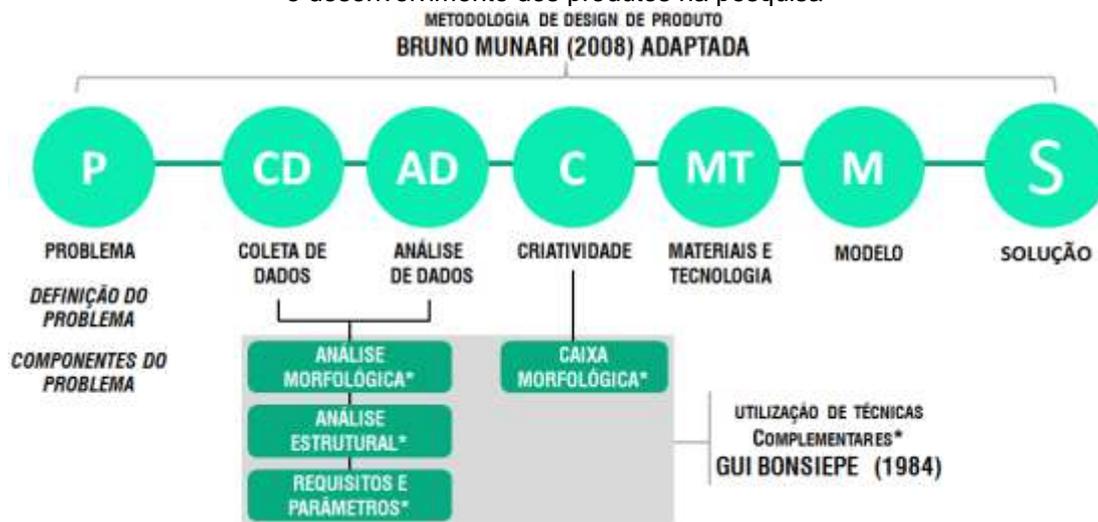
Para o desenvolvimento dos produtos desta pesquisa, utilizou-se como base a metodologia proposta por Munari (2008), adaptada as necessidades da pesquisa. Ela foi utilizada para orientação do desenvolvimento dos projetos dos móveis, pois estabelece um processo lógico de criação.

Por ser uma metodologia flexível e permitir adaptações, foram adotadas apenas algumas etapas da mesma e também utilizadas técnicas complementares indicadas e descritas por Bonsiepe (1984) para auxiliar nas etapas de coleta e análise de dados projetuais, sendo elas a análise morfológica, análise estrutural, caixa morfológica e requisitos e parâmetros.

Assim as atividades que compuseram o desenvolvimento desta pesquisa quanto ao desenvolvimento de produtos são ilustradas na

Figura 25.

Figura 25. Procedimento metodológico baseados em Munari (2008) e Bonsiepe (1984) para o desenvolvimento dos produtos na pesquisa



### 3.5.1 PROBLEMÁTICA PROJETUAL

Na etapa intitulada “problema”, foram definidos limites ou especificações para melhor nortear a atividade projetual em torno do desenvolvimento de móveis com madeiras amazônicas selecionadas, direcionando as ideias do projeto em torno de um produto específico. Assim, foi feita a delimitação de um espaço residencial e em seguida a definição da tipologia de produto que geralmente se utiliza no mesmo.

Dessa forma, os móveis desenvolvidos limitaram-se ao de ambiente residencial *de sala de estar* e, baseando-se na listagem proposta por Steel (2012) com relação aos principais tipos de móveis para este espaço, foi escolhida a tipologia a ser trabalhada, sendo ela “mesa de centro”. A mesma foi selecionada tendo em vista seu destaque no ambiente em que se aplica, assim como por possibilitar o destaque da madeira em sua estrutura, valorizando a matéria-prima.

Isso posto, foram definidos os componentes do problema, ou seja, os elementos importantes a serem considerados no processo projetual para auxiliar no desenvolvimento do produto, sendo tais pontos utilizados como guia na etapa subsequente de coleta de dados. Logo, foram estabelecidos os seguintes:

- Principais formas ou formatos utilizados na tipologia definida.

- Possibilidades de composições quanto aos elementos que formam a estrutura dos produtos
- Materiais secundários utilizados juntamente com a madeira
- Dimensões utilizadas no mercado atual

### 3.5.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS PROJETUAIS

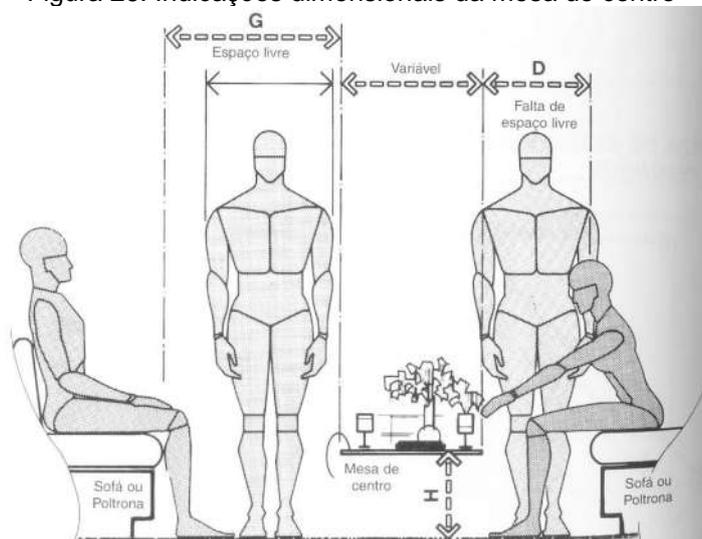
Segundo Munari (2008) a etapas de coleta e análise de dados servem para reunir informações que auxiliem no correto desenvolvimento das soluções do projeto, proporcionando um melhor direcionamento e suporte para criação das propostas na etapa de criatividade.

#### A) Medidas Ergonômicas

Ao se projetar um mobiliário, é essencial que seja levado em consideração requisitos ergonômicos ligados ao correto dimensionamento dos elementos que configuram o produto, adequando-os aos usuários quanto ao alcances físicos (GOMES FILHO, 2006).

Assim, com relação a análise dimensional do produto, foi utilizado como material de referência as indicações ergonômicas direcionadas às medidas para mesa de centro propostas na obra de Panero e Zelnik (2002).

Figura 26. Indicações dimensionais da mesa de centro



Fonte: Panero e Zelnik (2002)

## **B) Levantamento e análise de similares**

A análise de similares teve como objetivo averiguar o estado da arte de produtos similares presentes no mercado moveleiro atual, sendo tal análise guiada por critérios de observação (BONSIEPE, 1984). Assim, tal análise foi utilizada para auxiliar o desenvolvimento de projetos compatíveis com o mercado moveleiro atual, ou seja, a análise de produtos existentes no mercado teve o objetivo de entender as tendências atuais, auxiliando na geração das propostas por meio de inspirações nas soluções existentes e análise de suas características, como material utilizado, estrutura, formas etc.

Para esta análise, utilizaram-se como base de pesquisa os catálogos online de três empresas de mobiliário em design de alto padrão (foco em projeto e acabamento), sendo elas:

- Moora Móvelia Brasileira
- Saccaro
- Tissot

No geral, foram elencadas 15 mesas de centro categorizadas como “design assinado”, tendo como critério para seleção dos produtos a presença ou a representação da madeira em sua estrutura ou tampo por materiais simuladores.

Com objetivo de analisar e compreender as características da tipologia de mobiliário definida, foram adotadas duas técnicas analíticas propostas por Bonsiepe (1984), sendo elas a análise estrutural e análise morfológica.

A análise estrutural foi utilizada para compreender como a composição dos produtos quanto aos componentes (peças) e seus subsistemas.

A análise morfológica teve como função ajudar na compreensão da estrutura formal (concepção formal) dos produtos com relação a sua composição geométrica (formas), materiais secundários empregados, cores da madeira e acabamento superficial percebido.

Os pontos observadores na análise de similares foram compilados e organizados por categoria de observação, sendo tais informações dispostas em um quadro (Quadro 3). Ele foi utilizado como suporte para o estabelecimento dos Requisitos e Parâmetros Projetuais e na etapa de desenvolvimento criativo dos projetos dos produtos.

Quadro 3. Categorias definidas para serem observadas na análise de similares

<b>Análise Morfológica</b>	
<b>Materiais</b>	Materiais utilizados nos produtos
<b>Formas</b>	Tipos de formas/formatos utilizadas nos componentes
<b>Acabamento</b>	Tipos de acabamentos percebidos
<b>Cor</b>	Cores de madeira predominantes e de materiais secundários
<b>Figura</b>	Uso de madeiras com figuras mais ou menos destacadas, ou ambas.
<b>Análise Estrutural</b>	
<b>Componentes</b>	Tipos de componentes percebidos e/ou sua aplicação/função na estrutura
<b>Dimensão</b>	Dimensões gerais utilizadas

Fonte: da pesquisa

### **C) Requisitos e Parâmetros**

Baseando-se no levantamento e análise dos similares, foram listados requisitos e parâmetros considerados pertinentes para auxiliar e guiar o processo de geração das propostas de produtos, assim como na sua confecção. Ou seja, a lista de requisitos serve como orientação ao processo projetual em relação às metas a serem atingidas (BONSIEPE, 1984).

Buscou-se não estabelecer muitas restrições para que o processo criativo não sofresse muitas limitações, flexibilizando a geração de ideias para composição formal e estrutural dos produtos. As informações foram organizadas em um quadro (Quadro 4), no qual foram destacadas questões em torno dos aspectos morfológicos, estruturais e ergonômicos.

Quadro 4. Pontos definidos com relação ao produto para o estabelecimento dos requisitos e parâmetros projetuais

		REQUISITOS	PARÂMETROS
MORFOLÓGICOS	FORMAS	-	-
	MATERIAIS	-	-
	ACABAMENTO	-	-
ESTRUTURAIIS	ELEMENTOS ESTRUTURAIIS	-	-
ERGONÔMICO	DIMENSÕES	-	-

Fonte: da pesquisa

### 3.5.3 CRIATIVIDADE

O processo de desenvolvimento criativo dos produtos foi iniciado com o esboço das ideias, utilizando como base os quadros de requisitos e parâmetros projetuais assim como o quadro gerado na análise de similares. Os mesmos guiaram o processo criativo, evitando dispersões de ideias, focando nas questões levantadas como pertinentes para serem consideradas nesta etapa.

Com relação à utilização do quadro de análise de similares, algumas categorias das análises morfológica e estrutural foram utilizadas de forma sistemática por meio de combinação entre os dados dos mesmos, gerando alternativas de produtos, ou seja, escolheram-se tipos de estrutura e formato de tampo, pés e outros elementos, assim como os materiais, definindo também se haveria mescla ou não de materiais.

Este procedimento foi baseado no método conhecido como “caixa morfológica”, proposto por Bonsiepe (1984, p.45), sendo utilizado para ampliar o universo de possibilidades de soluções “através da combinação de componentes e subsistemas”.

Quadro 5. Estrutura básica da “caixa morfológica” desenvolvida para apoiar à geração das alternativas de produto

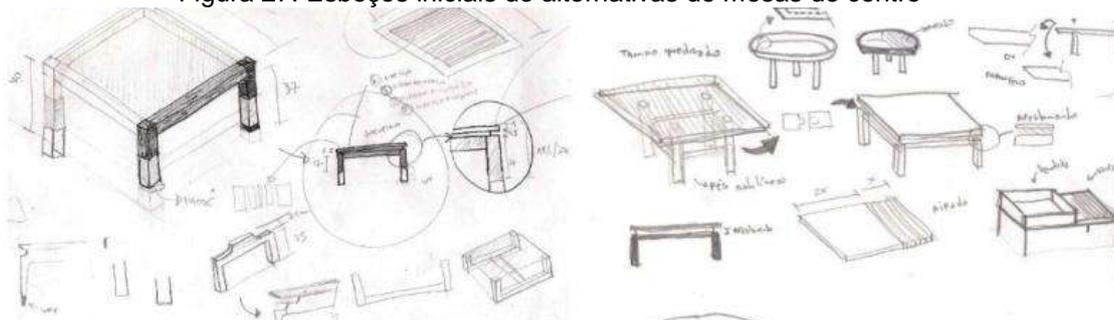
Análise Morfológica		Tipo selecionado
<b>Materiais</b>	Tipo 1	(n)
	Tipo 2	...
	...	
<b>Formas</b>	Tipo 1	(n)
	Tipo 2	...
	...	
Análise Estrutural		Tipo selecionado
<b>Componentes</b>	Tipo 1	(n)
	Tipo 2	...
	...	

Fonte: da pesquisa

Assim, como explicado anteriormente, foi feito o cruzamento entre as possibilidades de formatos, componentes como tipos de tampo e estruturas de pés, assim como a possibilidade de mescla de materiais.

A partir das combinações estabelecidas, as ideias foram desenvolvidas quanto ao formado, dimensões dos componentes, disposição na estrutura etc, ou seja, realizaram-se adaptações criativas.

Figura 27. Esboços iniciais de alternativas de mesas de centro



Fonte: da pesquisa

Dentre as ideias geradas, foram selecionadas três alternativas que mais se adequaram aos requisitos estabelecidos. A fim de melhorar a representação gráfica das mesmas, tais propostas foram transformadas em modelos tridimensionais por meio de modelagem 3D utilizando o software Solid Edge ST9 (Figura 28).

Figura 28. Modelagem 3D das alternativas inicialmente propostas



Fonte: da pesquisa

Para a apreciação e aprimoramento das propostas, as mesmas foram submetidas a duas análises técnicas por meio de consultoria com dois profissionais convidados, sendo eles um Luthier experiente na confecção de produtos de madeira com fino acabamento e um designer de produto com experiência também na área de design de interiores. Com relação ao primeiro profissional, a consultoria teve como foco verificar a viabilidade produtiva das propostas, ou seja, as questões de cunho estrutural e produtivo. A consultoria com o designer teve o objetivo de analisar as propostas sob os aspectos estruturais e principalmente morfológicos, verificando também a adequação as tendências percebidas por este profissional quanto ao mercado de móveis para sala de estar.

Figura 29. Consultoria com o Luthier para aferição da viabilidade técnica quanto a confecção das propostas de móveis e dicas para o aprimoramento das mesmas.



Fonte: da pesquisa

A partir das observações e sugestões dos especialistas, as propostas foram aprimoradas e remodeladas digitalmente utilizando o software Solid Edge ST9.

Além disso, como estudo complementar, foram construídos modelos físicos de algumas peças dos produtos, utilizando como material: papelão ondulado de parede simples e isopor 5mm. Com esta técnica, foram realizadas análises dimensionais dos produtos modelados digitalmente, e a partir das observações, realizaram-se adaptações quando pertinentes.

Figura 30. Construção de modelos físicos tridimensionais



Fonte: da pesquisa

Após este último processo de análise e adaptação, as propostas finais dos produtos foram estabelecidas, sendo gerados os desenhos construtivos/técnicos para guiar a confecção dos protótipos.

Figura 31. Exemplo ilustrativo das pranchas com o detalhamento técnico dos produtos para guiar a produção dos protótipos em madeira



Fonte: da pesquisa

### 3.5.4 MATERIAIS E PROCESSOS: FABRICAÇÃO DOS PROTÓTIPOS E MÉTODO DE COLETA DE DADOS SOBRE A TRABALHABILIDADE DAS MADEIRA NOS PROCESSOS

Os protótipos em madeira foram confeccionados na marcenaria do Laboratório de Engenharia e Artefatos em madeira (LEAM-INPA), sob o

acompanhamento do técnico especialista no manuseio dos equipamentos e execução dos processos de usinagem e acabamento.

Com relação às peças de madeira, todas foram derivadas de corte tangencial das toras de madeira. Tais peças tangenciam as camadas de crescimento, destacando os desenhos ou figuras das madeiras (FERREIRA et al, 2004).

Quanto a tipologia, foram classificadas como pranchas e tábuas, registrando-se o número de peças e suas dimensões. Vale destacar que não foram desprezadas peças consideradas defeituosas por apresentarem pequenas rachaduras ou nós, visando demonstrar a possibilidade de aproveitamento da matéria-prima nessas condições para confecção dos móveis.

Figura 32. Algumas peças de madeira de duas espécies do estudo



Fonte: da pesquisa

Figura 33. Peças de madeiras aproveitadas com rachaduras e nós



Fonte: da pesquisa

Quanto aos processos de fabricação, foram utilizados os que tipicamente são empregados na confecção de móveis. Além disso, utilizaram-se equipamentos que podem ser encontrados em marcenarias

dedicadas a confecção destes produtos. Vale destacar que cada produto demandou processos específicos de acordo as especificações do projeto.

No Quadro 6 são detalhados os maquinários, elementos de ligação e demais itens utilizados.

Quadro 6. Equipamentos, utensílios e ferramentas utilizadas na confecção dos produtos.

	ITENS	ESPECIFICAÇÃO	UTILIZAÇÃO NO PROJETO
EQUIPAMENTOS	SERRA CIRCULAR	Possamai SCI-3000	Cortes para obtenção das peças nas dimensões corretas
	SERRA FITA	Invicta SFI-60	
	PLAINA DESEMPENADEIRA	Possamai dsp-1800	Obtenção de superfícies planas, limpas e peças com espessuras de acordo com o projeto
	PLAINA DESENGROSSADEIRA	Omil PLD	
	FURADEIRA VERTICAL	Ferrari FC-16	Realização de furos nos pés dos móveis para encaixe dos protetores.
	FURADEIRA HORIZONTAL	Invicta FI-15	Realização de rasgos nas laterais das peças para encaixe de espiga, por meio da junção tipo macho-fêmea
	FURADEIRA MANUAL	Skil F-012	Realizar pré-furações auxiliares aos processos de aparafusamento e inserção de pregos
	LIXADEIRA DE BANCADA	Baldan LDB-6	Lixamento a fins de conformação e acabamento
	LIXADEIRA ORBITAL MANUAL	Skil 7232	
	TUPIA DE BANCADA COM ROLO LIXADOR	Possamai TPA-700	
FERRAMENTAS	GROSA	-	Desbaste de arestas
	LIMA	-	
	MARTELO	-	Inserção de pregos
ADESIVO	COLA BRANCA ADESIVO PVA CASCOREZ EXTRA	-	Reforçar fixação / massa de acabamento com serragem fina
	COLA ADESIVO INSTANTANEO CASCOLA	-	

<b>ELEMENTOS DE FIXAÇÃO</b>	<b>PARAFUSO</b>	Auto atarraxante cabeça chata Philips 3,5x14mm  Auto atarraxante cabeça chata Philips 4x45mm  Cabeça arredondada com fenda 4x20mm	Elementos de união entre peças
	<b>PREGO</b>	Com cabeça 1,5x23mm	
	<b>ESPIGAS DE MADEIRA</b>	Confeccionados de acordo com a necessidade do projeto, sem especificação definida.	
<b>ACABAMENTO</b>	<b>CERA DE CARNAÚBA INCOLOR</b>	Cera de Carnaúba preparada (tintas Mococa). Mistura de ceras naturais, solventes minerais e parafina	Acabamento final e lustre nos móveis

Fonte: da pesquisa

Quanto às etapas de confecção dos produtos, todas foram descritas a fim de demonstrar quais processos específicos foram utilizadas e como foi realizada a sua execução, documentando e ilustrando a prática de utilização e desempenho dessas madeiras nas demandas específicas dos projetos de design de produto moveleiro.

De forma geral, nos tópicos a seguir são descritos os principais processos de conformação, união e acabamento utilizados no processo de confecção dos protótipos.

#### 3.5.4.1 Principais processos utilizados na confecção dos produtos

##### **A) Categoria: Usinagem**

- **Aplainamento**

O processo de aplainamento foi utilizado para a obtenção de peças planas em todas as suas faces a partir da remoção de irregularidades da superfície. Além disso, por meio desse processo, no qual a máquina

desbasta a superfície à uma altura de corte determinada, foram obtidas as espessuras corretas correspondentes a cada componentes dos móveis.

Figura 34. Processo de aplainamento com desempenadeira e desengrossadeira



Fonte: da pesquisa

- **Cortes**

Com o objetivo de obter as dimensões e formatos estabelecidos no projeto para todas as peças que compõe os produtos, foram realizados três tipos de corte, sendo eles: corte reto, corte angulado e corte curvo.

Para cortes mais precisos e retos, utilizou-se a serra circular de bancada. Nela, os cortes retos foram realizados para obtenção de peças com faces perpendiculares, formando ângulos de  $90^\circ$  graus. Na obtenção de peças com extremidades anguladas a  $45^\circ$  (meia-esquadria), o mesmo equipamento foi utilizando, ajustando-se apenas o ângulo do disco de corte da serra para realização do corte no ângulo específico.

Figura 35. Corte reto em ângulo  $90^\circ$  e corte angulado  $45^\circ$  (meia-esquadria), respectivamente, na serra circular de bancada



Fonte: da pesquisa

Para execução de cortes curvos, ou seja, superfícies com formato arredondado, foi utilizado o maquinário Serra Fita de bancada. Tais cortes

foram facilitados nesta máquina por conta do posicionamento da serra na vertical e o formato fino e diminuto da lâmina, onde tais fatores proporcionam versatilidade na movimentação das peças durante o corte para obter formatos irregulares.

Figura 36. Corte com serra fita de bancada



Fonte: da pesquisa

- **Furação**

Para o processo de furação, foram utilizadas três tipos de furadeira de acordo com a especificidade do procedimento para cada produto.

A furadeira vertical foi utilizada para realização de furos nos pés dos móveis para encaixe de pretores de inox (pés niveladores).

Já a furadeira horizontal foi utilizada para execução de rasgos laterais nas peças que demandaram união por encaixe espigado. O método adotado para confecção dos mesmos foi o de furações sucessivas alinhadas utilizando broca helicoidal. O rasgo é efetivado quando as furações, uma ao lado da outra, realizam o desbaste total da área demarcada.

Já a furadeira manual foi utilizada para pré-furações auxiliares ao processo de aparafusamento, tendo em vista facilitar a introdução dos parafusos e evitar o possível aparecimento de trincas nas peças de madeira.

Figura 37. Processo de furação com furadeira manual, horizontal e vertical, respectivamente



Fonte: da pesquisa

- **Lixamento de desbaste**

Para fins de conformação das peças por meio de desbaste com lixa de granulometria 60, foram utilizados os seguintes maquinários: lixadeira de bancada, tupia de bancada com rolo lixador e esmerilhadeira adaptada com disco de lixa. As duas primeiras foram utilizadas para desgastar as superfícies com o objetivo de obter formatos específicos e o terceiro para nivelá-las.

Figura 38. Processo de lixamento de desbaste com tupia de bancada com rolo lixador e esmerilhadeira com disco de lixa



Fonte: da pesquisa

## **B) União**

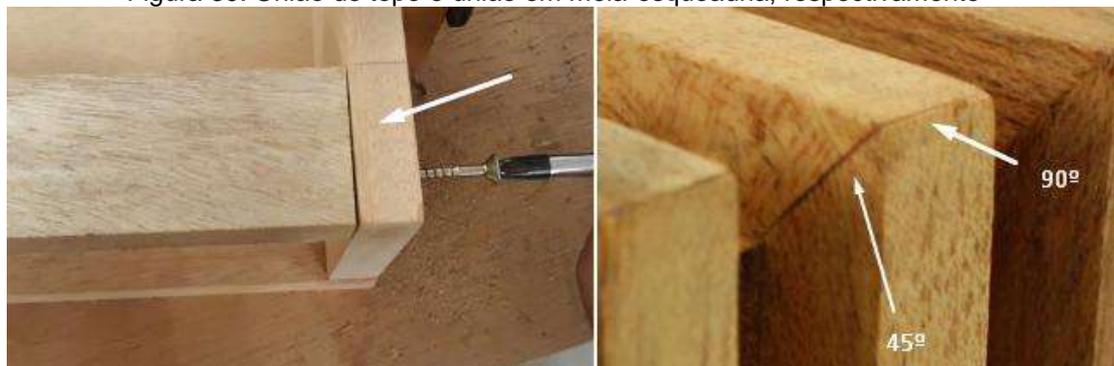
Na confecção dos móveis, foram utilizados múltiplos métodos de união, sendo estes utilizados de acordo com as necessidades específicas de cada projeto.

A união do tipo “meia-esquadria” foi obtida por meio do corte angulado a  $45^\circ$  nas extremidades das peças de madeira que, ao serem encaixadas, formam um ângulo reto ( $90^\circ$ ), proporcionando um acabamento esteticamente mais agradável por conta do aspecto simétrico e de continuidade entre as

peças unidas. Nos projetos que utilizaram este tipo de união, foi aplicada cola branca PVA para reforçar a fixação.

O segundo tipo de união foi o de “topo”, que consistiu na junção de duas peças de madeira por contato, onde, uma peça é apoiada sobre o topo da outra, sendo a junção entre elas efetivada por meio da inserção de parafusos ou pregos, onde a escolha de uso dentre estes elementos de união é feita de acordo com as especificidades do projeto. Além disso, para este tipo de união utilizando parafusos, foram realizadas pré-furações para facilitar a introdução dos mesmos na madeira assim como para evitar o aparecimento de possíveis rachaduras.

Figura 39. União de topo e união em meia-esquadria, respectivamente

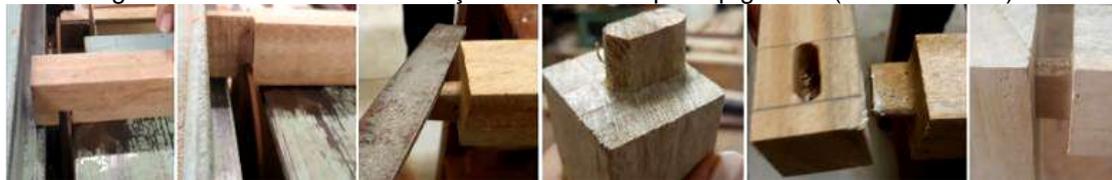


Fonte: da pesquisa

O terceiro tipo de união utilizado foi o com “espiga”, segmentado em dois subtipos, sendo estes denominados “espiga-furo” (ou macho-fêmea) e “espiga solta”. Vale ressaltar que em ambos foi utilizada cola branca PVA para reforçar a fixação entre as peças.

No primeiro subtipo, em uma das peças de madeira confecciona-se a cavidade ou rasgo (fêmea); na outra, molda-se a espiga (macho) com dimensões exatas para o encaixe no rasgo. Neste projeto, as espigas foram confeccionadas por meio de cortes sucessivos executados com a serra circular de bancada até que se atingissem as dimensões correspondentes para introdução na cavidade. Porém, tendo em vista o formato arredondado das extremidades do rasgo, utilizaram-se as ferramentas manuais conhecidas como grosa e lima para desbastar as arestas das espigadas, resultando no arredondamento das mesmas, adequando-as ao formato ideal para efetuar o encaixe.

Figura 40. Processo de confecção do encaixe tipo espiga-furo (macho-fêmea)



Fonte: da pesquisa

No segundo subtipo, ao invés de fazer parte da estrutura de uma das peças, a espiga agora é utilizada como elemento de união externo, ou seja, esta é encaixada nos rasgos executados nas laterais de ambas as peças, efetuando assim a união.

Figura 41. Encaixe espigado tipo espiga-solta



Fonte: da pesquisa

Já as fixações com auxílio de parafusos e pregos foram utilizadas para união de peças de madeira para composição dos componentes dos produtos, como montagem de tampos, gavetas e fixação dos tampos nas pernas das mesas.

### **C) Acabamento**

Para o acabamento inicial dos produtos, foram utilizadas lixas para madeira de granulação 80, 120, 180 e 240, sendo tal processo realizado com os maquinários e manualmente.

O acabamento final dos produtos foi realizado com a utilização de uma demão de Cera de Carnaúba Incolor, aplicada manualmente com estopa e pincel de cerdas sintéticas. Após a secagem, as peças foram polidas com flanela 100% algodão (Flanelas comuns de cor tipicamente alaranjada).

Figura 42. Processos de lixamento para acabamento com lixadeira orbital e manualmente; acabamento final com polimento com cera



Fonte: da pesquisa

#### 3.5.4.2 Coleta de dados sobre o desempenho das madeiras na confecção dos protótipos

Como técnica para coleta de dados acerca do desempenho das madeiras na confecção dos móveis, ou seja, a trabalhabilidade das mesmas, foi utilizada a observação estruturada ou sistemática. Nesta técnica, organiza-se o que será observado por meio da definição antecipada das categorias necessárias para análise da situação ou objeto de estudo (PROVDANOV e FREITAS, 2013).

Logo, a trabalhabilidade das mesmas foi analisada segundo os processos de fabricação solicitados por cada produto, sendo observados e registrados in loco, tendo como suporte o corpo técnico do Laboratório de Engenharia e Artefatos em Madeira (LEAM-INPA).

Vale salientar que cada projeto demandou processos de fabricação específicos, sendo este o fator que delimitou os tipos de processos analisados quanto ao desempenho das madeiras na produção dos móveis considerando a facilidade de se trabalhar com a madeira durante os mesmos e qualidade da superfície obtida segundo os defeitos observados.

Conforme a confecção dos produtos era realizada, ao final dos processos as peças eram observadas e, caso fossem detectados defeitos, registravam-se o aparecimento dos mesmos.

Os defeitos analisados foram baseados nas indicações presentes na norma ASTM D1666-11, adaptada às especificidades do projeto. Conforme ressalta a norma, as análises são realizadas por meio de observação de

caráter subjetivo, tendo em vista a percepção individual do observador com relação à superfície.

Já a observação do aspecto da facilidade de execução dos processos foi pontuada segundo a percepção do executor quanto à resistência à usinagem apresentada pelas madeiras enquanto era processada, demandando menor ou maior esforço para execução dos processos, sendo classificadas em três conceitos, sendo eles “fácil”, “regular” e “difícil”.

### **3.6 ANÁLISE DOS DADOS**

#### **3.6.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para análise dos dados com relação às propriedades físicas da madeira, foi realizada a análise estatística descritiva, obtendo-se medidas de tendência central (média) e de variabilidade (desvio padrão e coeficiente de variação).

#### **3.6.2 ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO DESEMPENHO DAS MADEIRAS NA CONFECÇÃO DE PRODUTOS (TRABALHABILIDADE)**

Neste tópico foram descritos os processos e os parâmetros utilizados para análise dos dados com relação a trabalhabilidade das madeiras durante os processos de usinagem para confecção dos produtos. Vale destacar que a atribuição de conceito ou classificação foi dada por meio da observação geral tanto dos processos quanto dos resultados das superfícies.

A classificação da análise quanto a facilidade dos processos de usinagem das madeiras foi feita utilizando três categorias, tendo como base IBDF (1988):

- Fácil: não apresenta dificuldade na execução (baixo esforço)
- Regular: apresenta moderada resistência na execução (moderado esforço)
- Difícil: apresenta resistência na execução (maior demanda de esforço)

A análise visual e tátil das peças foi realizada subjetivamente em conjunto com 3 avaliadores do LEAM-INPA, levando em consideração a sensibilidade de observação quanto a percepção dos resultados apresentados pelas superfícies da madeira, sendo avaliado o comportamento das madeiras como um todo nos processos de usinagem quanto a presença ou ausência de defeitos e o grau apresentado, tendo como base as indicações e imagens disponíveis na norma ASTM D1666-11, servindo como parâmetro de avaliação das superfícies das peças de madeira. Observações adicionais quanto ao comportamento de alguma face específica da peça foram feitas quando pertinente. A classificação final foi obtida por consenso geral acerca das superfícies das peças como um todo. Assim, a classificação quanto ao acabamento foi segmentada em cinco categorias:

- Excelente: não apresenta defeitos consideráveis
- Boa: apresenta poucos defeitos. Pouco afeta a superfície das peças. Apresenta facilidade de correção dos mesmos.
- Regular: apresenta defeitos com frequência moderada em algumas peças. Afeta moderadamente a superfície, demandando uma atenção maior no acabamento para sua correção
- Ruim: apresenta de defeitos com frequência nas peças. afeta significativamente o acabamento em algumas áreas da peça.
- Muito ruim: peças com múltiplos defeitos ou apenas um, distribuídos em grande parte de sua extensão, afetando significativamente o acabamento da peça

Com relação aos processos, foram avaliados os seguintes aspectos:

- **Aplainamento**

Para a avaliação do resultado do aplainamento, foram consideradas a presença dos seguintes defeitos nas superfícies dos corpos-de-prova:

- Superfície lascada ou marcas de cavacos
- Superfície arrancada ou arrancamento de material lenhoso
- Superfície felpuda

- **Furação e rasgo**

Para a avaliação dos resultados obtidos nas arestas no processo de furação e rasgos, foram consideradas a presença dos seguintes defeitos nas superfícies próximas as arestas do orifício de entrada e saída da broca:

- Superfície lascada ou marcas de cavacos)
- Levantamento ou arrepiamento de fibras ou farpas

- **Serra**

Para a avaliação dos cortes com o uso de serras, foram consideradas a presença dos seguintes defeitos nas arestas de corte:

- Levantamento ou **arrepiamento de fibras** ou farpas
- Superfície lascada ou marcas de cavacos

- **Lixa**

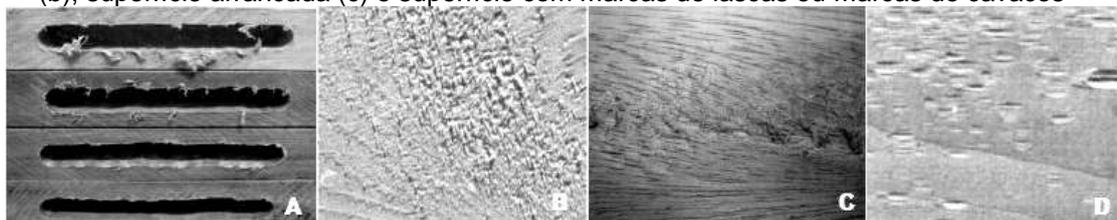
Para o lixamento, foi analisado ao final do processo a ausência ou presença de defeitos na superfície usinada, sendo eles:

- Presença de arranhões/riscos na superfície
- Superfície felpuda

- **Prego e Parafuso**

Com relação a inserção de pregos e parafusos, pontuou-se o aparecimentos de trincas ou rachaduras, a indicação de pré-furação e a possibilidade de inserção manual dos parafusos. Além disso, quando pertinente, foi indicada a dificuldade ou facilidade da execução destes processos.

Figura 43. Defeitos de usinagem referentes ao levantamento de fibras (a), superfície felpuda (b), superfície arrancada (c) e superfície com marcas de lascas ou marcas de cavacos



Fonte: Dias Junior (2013) em A,B,C; Salomone (2011) em D

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ESPÉCIES ORIUNDAS DA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL

Segundo os dados disponibilizados pela empresa Mil Madeiras Preciosas, foram listadas 50 espécies comercializadas no ano de 2018, sendo que, o procedimento de identificação de tais espécies realizada pelo Tecnologista anatomista do Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Jorge Alves do Freitas, confirmou a identificação prévia reconhecida e utilizada pela empresa.

No Quadro 7 estão listadas as 50 espécies arbóreas comercializadas pela empresa Mil Madeiras assim como as informações levantadas acerca de suas características gerais, focando-se na cor. Tendo em vista a variação de nomenclatura percebida nas fontes consultadas por conta da análise subjetiva geralmente feita para definição de tal característica, foram padronizadas para esta pesquisa 5 categorias gerais de cores, contendo o seguinte numero de espécies em cada:

- Amarelada: 8 espécies;
- Bege: 8 espécies;
- Castanho/marrom: 28 espécies;
- Rosada: 3 espécies;
- Avermelhadas: 3 espécies.

Quadro 7. espécies arbóreas comercializadas e levantamento de suas cores

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	COR
<sup>(1)</sup> <i>Aldina heterophylla</i> Spruce ex Benth	Caesalpiniaceae	Vermelho claro
<sup>(1)</sup> <i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Fabaceae	Creme amarelado
<sup>(1)</sup> <i>Andira parviflora</i> Ducke	Fabaceae	Vermelho com veios escuros
<sup>(2)</sup> <i>Aniba canelilla</i> (H. B. K.) Mez.	Lauraceae	Marrom-amarelado-escuro
<sup>(3)</sup> <i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth.	Apocynaceae	Amarelo-avermelhado
<sup>(4)</sup> <i>Astronium lecointei</i> Ducke.	Anacardiaceae	castanho-avermelhado a bege-rosado
<sup>(4)</sup> <i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae	Amarelo a amarelo queimado
<sup>(5)</sup> <i>Bertholletia exelsa</i> Humb. & Bonpl.	Lecythidaceae	Castanho róseo

<sup>(5)</sup> <i>Brosimum parinaroides</i> Ducke.	Moraceae	Branco-palha amarelado
<sup>(6)</sup> <i>Brosimum potabile</i> Ducke	Moraceae	Branco palha sutilmente avermelhado ou róseo
<sup>(1)</sup> <i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae	Avermelhado com tonalidade amarela clara
<sup>(5)</sup> <i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess	Clusiaceae	bege rosado ou castanho
<sup>(5)</sup> <i>Cariniana micrantha</i> Ducke.	Lecythidaceae	castanho amarelado
<sup>(4)</sup> <i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae	branco amarelado
<sup>(4)</sup> <i>Caryocar villosum</i> Pers.	Caryocaraceae	Bege-amarelado levemente rosado
<sup>(1)</sup> <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz. et Pavon.	Moraceae	amarelo passando para o castanho amarelo-escuro
<sup>(6)</sup> <i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Lecythidaceae	Creme amarelado
<sup>(7)</sup> <i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.	Caesalpiniaceae	Castanho-rosado a castanho-escuro
<sup>(2)</sup> <i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Mimosaceae	Marrom-avermelhado-claro
<sup>(10)</sup> <i>Diploptropis racemosa</i> Amsh.	Fabaceae	Pardo-acastanhado
<sup>(1)</sup> <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	Castanho-amarelo escuro
<sup>(1)</sup> <i>Dipteryx polyphylla</i> (Ducke) Huber	Fabaceae	Castanho-escuro
<sup>(6)</sup> <i>Endopleura uchi</i> (Huber.) Cuatrec.	Humiriaceae	marrom-avermelhado-claro
<sup>(1)(2)</sup> <i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth.	Mimosaceae	marrom-amarelo-claro a amarelo claro
<sup>(5)</sup> <i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae	marrom claro/escuro ou amarelado
<sup>(1)</sup> <i>Goupia glabra</i> Aubl.	Goupiaceae	castanho amarelo a avermelhado
<sup>(1)</sup> <i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpiniaceae	Castanho-avermelhado
<sup>(8)</sup> <i>Iryanthera grandis</i> Ducke.	Myristicaceae	castanho avermelhado a púrpura escura
<sup>(6)</sup> <i>Lecythis paraensis</i> Huber.	Lecythidaceae	Castanho-avermelhado
<sup>(6)</sup> <i>Lecythis poiteaui</i> Berg.	Lecythidaceae	Castanho-avermelhado
<sup>(1)</sup> <i>Licaria aritu</i> Ducke.	Lauraceae	castanho escuro
<sup>(1)</sup> <i>Licaria canella</i> (Meisn) Kosterm	Lauraceae	castanho escuro
<sup>(2)</sup> <i>Licaria rigida</i> Kostermans	Lauraceae	Marrom-amarelado-escuro
<sup>(2)</sup> <i>Manilkara amazônica</i> (Huber.) Standley.	Sapotaceae	Marrom-avermelhado escuro a vermelho-escuro
<sup>(1)</sup> <i>Mezilaurus itaúba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez.	Lauraceae	Amarelo-oliva a amarelo-pardo
<sup>(11)</sup> <i>Ocotea fragrantissima</i> Ducke.	Lauraceae	amarelo a amarelo-acinzentado
<sup>(3)</sup> <i>Ocotea rubra</i> Mez.	Lauraceae	marrom-amarelado-claro
<sup>(7)</sup> <i>Parkia paraensis</i> Ducke.	Mimosaceae	Amarelo-claro-rosado
<sup>(2)</sup> <i>Parkia pendula</i> Benth	Mimosaceae	marrom-claro a marrom
<sup>(7)</sup> <i>Piptadenia suaveolens</i> Mig.	Mimosaceae	Castanho claro a castanho com nuances róseos

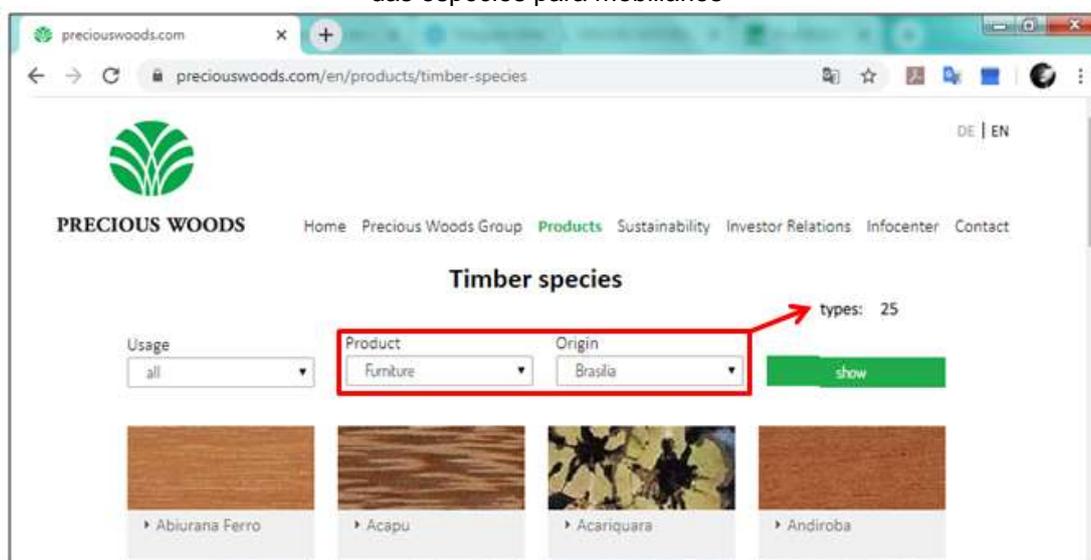
<sup>(1)</sup> <i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke.	Mimosaceae	amarelo com veios castanho-claro
<sup>(2)</sup> <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae	Marrom-avermelhado
<sup>(1)</sup> <i>Qualea paraensis</i> Ducke.	Vochysiaceae:	bege-claro amarelado ou levemente rosado
<sup>(8)</sup> <i>Sclerobium chrysophyllum</i> Poepp. & Endl.	Caesalpiniaceae	marrom pálido para escuro
<sup>(1)</sup> <i>Scleronema micrantum</i> Ducke.	Bombacaceae	Castanho-claro
<sup>(1)</sup> <i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	branco amarelado a amarelo vivo
<sup>(1)</sup> <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nichols.	Bignoniaceae	castanho com veios escuros
<sup>(2)</sup> <i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke.	Caesalpiniaceae	amarelo-oliva a marrom-amarelado-claro
<sup>(8)</sup> <sup>(9)</sup> <i>Trattinnickia burserifolia</i> Willd.	Burseraceae	Bege-rosado, bege-acastanhado-rosado ou amarronzado-rosado
<sup>(2)</sup> <i>Vatairea paraensis</i> Ducke	Fabaceae	marrom-avermelhado com listras amarelo-amarronzadas

<sup>(1)</sup> INPA/CPPF (1991); <sup>(2)</sup>IBDF (1988); <sup>(3)</sup> Souza (2002); <sup>(4)</sup>Vasconcellos et al (2001); <sup>(5)</sup>Loureiro et al (1979); <sup>(6)</sup>Loureiro et al (2000); <sup>(7)</sup>SUDAM (1981); <sup>(8)</sup>IBDF (1981); <sup>(9)</sup>Loureiro et al(1997); <sup>(10)</sup>Mainieri e Pereira (1965); <sup>(11)</sup> SFB(2016)

Fonte: da pesquisa

Para o afunilamento das espécies a fim de reduzir as opções para seleção final, fez-se uma consultada em 2019 ao site oficial da empresa no qual constava categorias de indicação de uso das madeiras, sendo utilizada para esta pesquisa a categoria referente à mobiliário. A partir dessa filtragem, as opções foram reduzidas em 25 espécies.

Figura 44. Consulta ao site da empresa Mil Madeiras Preciosas parara verificar a indicação das espécies para mobiliários



Fonte: da pesquisa

Mediante o resultado obtido com a filtragem, foram verificadas as espécies com material lenhoso disponível no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira – LEAM e comparadas com as indicadas no site. Assim, utilizando como suporte a divisão de grupos de cor, foram separadas as espécies segundo as categorias de cores estabelecidas e, em seguida, selecionadas aleatoriamente três categorias, sendo eles “amarelada”, “castanho/marrom” e “rosada”.

A partir desta definição, foram observadas tanto da cor quanto das figuras das madeiras disponíveis, sendo escolhidas subjetivamente 1 espécie de cada grupo por seu aspecto visual, totalizando assim 3 espécies selecionadas oriundas de manejo florestal para o estudo e confecção dos protótipos, sendo elas: *Pithecelobium racemosum* Ducke.; *Diplotropis racemosa* Amsh.; *Trattinnickia burserifolia* Willd.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MADEIRAS SELECIONADAS PARA O ESTUDO

No total, levando em consideração as duas áreas de coleta, foram selecionadas 4 espécies para a realização desta pesquisa.

No Quadro 8, são apresentadas informações acerca da identificação das espécies selecionadas para o estudo, contendo o nome científico, família botânica e alguns nomes comuns das espécies.

Quadro 8. Identificação das espécies do estudo

ORIGEM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	NOME COMUM/VULGAR
MIL MADEIRAS PRECIOSAS	<i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke.	Mimosaceae	<u>Angelim-rajado</u> ; Angico-rajado; Milho-cozido; Ipê-tigre; Urubuzeiro.
	<i>Diplotropis racemosa</i> Amsh.	Fabaceae	<u>Sucupira-preta</u> ; Sucupira; Sucupira-da-mata; Sucupira-pele-de-sapo.
	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Willd.	Burseraceae	Breu-branco; <u>Amescla</u> ; Breu-sucuruba; Breu; .
INPA (CAMPUS II)	<i>Ochroma pyramidale</i> = <i>Ochroma lagopus</i> Sw.	Bombacaceae	<u>pau-de-balsa</u>

Nota: Os nomes comuns que sublinhados foram os utilizados no decorrer do trabalho

Fonte: da pesquisa

#### 4.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS OU SENSORIAIS

Conforme destaca Pereira (2013), a caracterização sensorial da madeira é geralmente subjetiva por ser feita baseada na percepção do observador. Assim, notaram-se variações quanto a nomenclatura cromática da madeira ao consultar bibliografias. Porém, a definição geral da cor da madeira manteve certa aproximação de definição com relação aos nomes das cores.

- **Pithecellobium racemosum Ducke. (Angelim-rajado)**

Figura 45. Pithecellobium racemosum Ducke. (Angelim-rajado)



Fonte: da pesquisa

As madeiras utilizadas apresentaram cor predominantemente amarelada, variando entre os tons amarelo-claro a amarelo-escuro-alaranjado. Apresenta veios de cor castanho com tons médios e escuros encontrados predominantemente no cerne. O alburno tende a ser mais uniforme apresentando apenas o aspecto fibroso com as variações de tons amarelados.

A respeito da figura ou desenho, a mesma torna-se uma característica visual peculiar e que a torna distinta da demais. Tal destaque se dá por conta dos seus veios irregulares acastanhados que contrastam da cor base amarelada. Além disso, a madeira apresenta um aspecto fibroso acentuado que se destaca por conta da variação de tons. Assim, a madeira ganha uma figura inconfundível e com grande apelo estético em todas as faces da madeira.

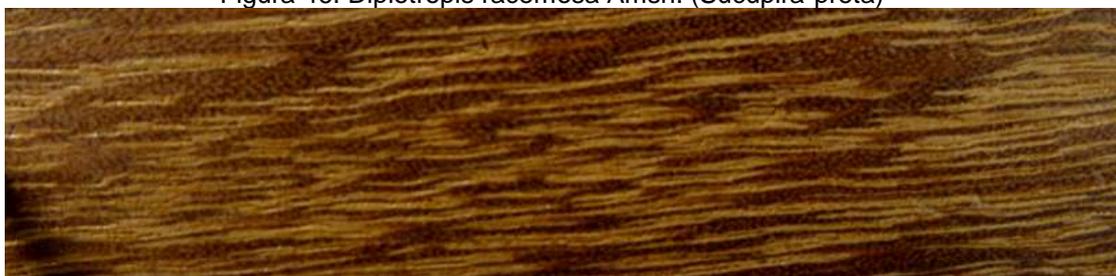
No geral, tal descrição vai de encontro às observações citadas em INPA/CPPF (1991) e Loureiro et al. (1979) que, respectivamente, descrevem-na cromaticamente como: “cerne amarelo-claro com longos veios

de cor castanho-claro, de aspecto fibrosos inconfundível, alborno amarelado”; “Cerne castanho amarelo-claro, sobre fundo amarelo pardacento, com longos veios irregulares de cor castanho violáceo”.

Apresenta figura atrativa, cheiro ou gosto indistinto, grã revessa e textura de média a grossa com aspecto fibroso característico (INPA/CPFF, 1991). Exibe superfície lisa e lustrosa quando recém-polida (LOUREIRO et al., 1979).

- **Diploporis racemosa Amsh. (Sucupira-preta)**

Figura 46. Diploporis racemosa Amsh. (Sucupira-preta)



Fonte: da pesquisa

Ao realizar levantamento sobre tal espécie em bibliografias disponíveis fisicamente e em pesquisa básica na internet (no Google Scholar e nos periódicos capes), encontraram-se poucas obras referenciando-a especificamente com relação aos pontos abordados nessa pesquisa.

Segundo o IPT (2019h) em sua página online de informações sobre as madeiras de “Sucupira”, pontua que no Brasil as madeiras popularmente conhecidas por esse nome pertencem aos gêneros Bowdichia e Diploporis, e por apresentarem semelhanças em suas características e terem o mesmo valor no comércio, abordaram-nas em conjunto, mencionando a espécie quando considerado pertinente. Gonzaga (2006) destaca tal pontuação do IPT. Assim, no site, as características gerais são abordadas em conjunto.

Nos trabalhos de pesquisa encontrados, os autores Rodriguez (2018) e Marcos (2018) em suas pesquisas sobre essa espécie em específico, levantaram dados acerca da classificação quanto as características gerais. Além disso, para tal caracterização foi encontrado também o livro de Mainieri e Pereira (1965).

Assim, a madeira Sucupira-preta apresenta cerne marrom achocolatado a marrom escuro (RODRÍGUEZ, 2018; MARCOS, 2018) ou pardo-acastanhado, com numerosos e acentuados riscos longitudinais mais claros (MAINIERE e PEREIRA, 1965). Gonzaga (2006) comenta que a cor é predominantemente castanho-escuro sendo mais forte no tecido fibroso e, no parênquima, exibe cor mais clara aproximando-se ao amarelado, formando a figura da madeira com formas de riscos.

Além disso, apresenta textura grossa de aspecto fibroso acentuado, com cheiro e odor indistintos (MAINIERE e PEREIRA, 1965). Grã direita a irregular cruzada/reversa (MAINIERE e PEREIRA, 1965; GONZAGA, 2006). Brilho ausente (IPT, 2019h) ou moderado (GONZAGA, 2006; MARCOS, 2018; RODRIGUEZ, 2018), também dito como pouco lustrosa e com superfície lisa ao tato (MAINIERE e PEREIRA, 1965).

Observando as amostras da madeira desse estudo quanto aos aspectos estéticos, as peças apresentaram cor marrom escura, com figura composta por um conjunto de riscos, apresentando também em alguns pontos linhas ou faixas finas, de espessuras distintas, com tom castanho-claro que contrastam com o fundo de cor amarronzada, atribuindo a madeira um elemento estético adicional e atrativo (percebidos em peças de corte tangencial).

- **Trattinnickia burserifolia (Mart.) Willd. (Amescla)**

Figura 47. *Trattinnickia burserifolia* (Mart.) Willd. (Breu-branco/Amescla)



Fonte: da pesquisa

Cerne a alburno pouco distintos (IBDF, 1981; LOUREIRO et al, 1997), cerne marrom-claro (IBDF, 1988), marrom-claro-avermelhado (IBDF, 1981) ou marrom-claro-rosado (SOUZA, 2002), sendo descrito também como bege-

rosado ou bege-amarelado (IPT, 2019i), e bege-escuro levemente rosado (LOUREIRO et al, 1997). Encontrou-se também que o cerne apresenta cor marrom rosado acinzentado, distinto do alburno marrom acinzentado esbranquiçado (INPA/CPPF, 1993). Além disso, Camargos (1996) classificou como cerne variando entre marrom-rosado ao rosa-amarronzado, pouco distinto do alburno marrom-rosado claro.

Apresenta grã irregular cruzada, com textura média (IBDF, 1988; IBDF, 1981; LOUREIRO et al, 1997); gosto e cheiro indistintos (INPA/CPPF, 1993; LOUREIRO et al, 1997); brilho natural moderado (IBDF, 1988; IBDF, 1981).

Foi visto nas consultas realizadas que a cor pode variar entre tons mais castanhos ou amarronzados claro puxando para o rosado e clareando para um tom bege escurecido com tom rosado, que podem ter sido interpretados como marrom claro esbranquiçado com tom rosado.

Observando as amostras da madeira desse estudo quanto aos aspectos estéticos, apresentaram peças de madeira com distinção de colorações, variando entre os tons descritos nas bibliografias, com peças apresentando cor Bege-escuro-rosado e castanho-claro-rosado/marrom-claro-rosado.

Além disso, as amostras exibiram figuras compostas por manchas em forma de faixas irregulares de comprimento e espessura variada, podendo assumir formato de V (peças de corte tangencial) por conta dos anéis de crescimento, sendo visualizadas por meio de variação cromáticas assumindo tons levemente mais escurecidos (percebidos em peças de corte tangencial).

- **Ochroma pyramidale (Cav.) Urb. (pau-de-balsa)**

Figura 48. *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb. (pau-de-balsa)



Fonte: da pesquisa

Tal espécie apresenta alburno próximo ao branco-palha (chamado nesta pesquisa como bege-esbranquiçado) com a presença de manchas acinzentadas ou rosadas, cerne com castanho pálido ou avermelhado, grã direita, textura fina, sem gosto ou cheiro perceptível, apresentando aspecto aveludado ao tato e com lustre ou brilho natural um tanto elevado (LOUREIRO E SILVA, 1968).

Observando as amostras da madeira desse estudo quanto aos aspectos estéticos, apresentaram cor bege esbranquiçado, com peças de tons mais rosados e cor castanho avermelhado ou rosado. Além disso, foram observados como figura da madeira a composição visual composta por elementos em forma de pequenos riscos lineares mais escurecidos e manchas em forma de faixas irregulares com comprimento e espessura variada que se fazem percebidas por conta de variação cromática sem grande contraste, exibindo tons acinzentadas ou rosadas, assumindo em algumas áreas formato de V por conta dos anéis de crescimento (percebidos em peças de corte tangencial).

#### 4.2.2 PROPRIEDADES FÍSICAS

No Quadro 9 são apresentados os valores da densidade básica, retrabilidade e coeficiente de anisotropia das espécies estudadas.

Quadro 9. Propriedades físicas das espécies

ESPÉCIE	Db(g.cm <sup>3</sup> )	CONTRAÇÕES TOTAIS (%)		CA
		Rt	Rr	
<i>Pithecelobium racemosum</i> (Angelim-Rajado)	<b>0,81</b> (0,0099)	<b>12,53</b> (0,14)	<b>6,58</b> (0,07)	<b>1,90</b> (0,029)
<i>Diploptropis racemosa</i> Amsh. (Sucupira-preta)	<b>0,79</b> (0,0048)	<b>5,6</b> (0,070)	<b>4,32</b> (0,0433)	<b>1,294</b> (0,0245)
<i>Trattinickia burserifolia</i> (Amescla)	<b>0,51</b> (0,00595)	<b>6,77</b> (0,066)	<b>4,18</b> (0,078)	<b>1,61</b> (0,02)
<i>Ochroma pyramidale</i> (Pau-de-Balsa)	<b>0,28</b> (0,0086)	<b>4,21</b> (0,033)	<b>2,27</b> (0,22)	<b>1,87</b> (0,2190)

**Onde:** Db =Densidade Básica; Rt = Retrabilidade Tangencial; Rr=Retrabilidade Radial; CA=Coeficiente de Anisotropia. Valores entre **parêntesis ( )** = coeficientes de variação

Fonte: da pesquisa

Nesta pesquisa, o valor médio obtido para a densidade básica das espécies *Pithecellobium racemosum* (Angelim-Rajado) e *Diploptropis racemosa* (Sucupira-preta) foi de 0,81 g/cm<sup>3</sup> e 0,79 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Segundo a classificação proposta por Coradin e Muniz (1991), as tais espécies são caracterizadas como de alta densidade por apresentarem valores  $\geq 0,73$  g/cm<sup>3</sup>.

Com relação a densidade básica das espécies *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e *Ochroma pyramidale* (Pau-de-balsa) foram obtidos valores médios, respectivamente, de 0,51 g/cm<sup>3</sup> e 0,28g/cm<sup>3</sup>. Assim, conforme a classificação de Coradin e Muniz (1991), tais espécies são tidas como de média e baixa densidade, respectivamente. Vale observar que, apesar de classificada como de média densidade, o resultado obtido para *Trattinnickia burserifolia* foi bem aproximado ao valor que a classificaria como de baixa densidade ( $\leq 0,50$ ).

A partir do levantamento de outros estudos acerca da densidade básica das madeiras, verificou-se que para *Pithecellobium racemosum* foram obtidos valores de 0,81 (INPA/CPPF, 1991) e 1,0 g/cm<sup>3</sup> (LOUREIRO et al, 1979), verificando-se que o valor obtido neste estudo foi similar ao observado em INPA/CPPF (1991), onde tais resultados ilustram que tal madeira permanece no intervalo de madeiras com alta densidade.

Quanto à espécie *Ochroma pyramidale*, valores variantes foram encontrados em outros estudos, sendo eles 0,25 g/cm<sup>3</sup> (ROCHA, 2012; LOBÃO et al, 2011) e 0,195 a 0,239 g/cm<sup>3</sup> (CALDEIRA, 2017). Verifica-se que o valor obtido nesta pesquisa é o mais elevado dentre os estudos levantados, podendo ter sido ocasionado por influência do local onde se encontrava a árvore assim como a idade da mesma, pois segundo Caldeira (2017), a idade exerce influência na densidade básica desta espécie, aumentando conforme sua idade avança. Ainda sim, tal espécie manteve-se dentro do intervalo que a classifica como de baixa densidade.

Para a espécie *Trattinnickia burserifolia* (Amescla), valores diferentes foram encontrados em outros estudos levantados, obtendo-se 0,50 g/cm<sup>3</sup> (IBDF, 1988), 0,44 g/cm<sup>3</sup> (SOUZA et al, 2002) e 0,66 (INPA/CPPF, 1993). Analisando os resultados dos estudos levantados, verifica-se que a

densidade desta madeira variou entre baixa e média, sendo que tal observação vai de encontro ao ponto destacado anteriormente quanto ao valor obtido nesta pesquisa, estando ele próximo ao que classificaria a espécie como de baixa densidade.

Além disso, por meio do processo de levantamento de informações acerca das madeiras, foram encontrados poucos trabalhos que tenham como foco a caracterização da espécie *Diploptropis racemosa* com relação às variáveis desta pesquisa. Nas referências encontradas, a densidade básica para essa espécie foi de 0,82g/cm<sup>3</sup> (MARCOS, 2018) e 0,78 g/cm<sup>3</sup> segundo levantamento de Medeiros (2019). O valor obtido nessa pesquisa foi bem próximo ao encontrado por Marcos (2018) apesar do material utilizado pela autora ser originário do Peru.

Com relação a tais diferenças de valores observados, as mesmas podem ser ocasionadas por diversos fatores como aspectos anatômicos e genéticos da espécie, fatores ambientais como solo em que a madeira se encontrava, clima etc, os quais são responsáveis por variações de valores entre amostras retiradas da mesma árvore ou de árvores distintas da mesma espécie (FOELKEL et al, 1971; KOLLMANN e CÔTÉ, 1968 apud LIRA, 2016; BUSNARDO et al, 1987 apud PEREIRA, 2008).

Pode-se citar que madeiras consideradas de alta densidade apresentam material lenhoso mais duro, conferindo as mesmas maior resistência mecânica e durabilidade natural (BURGER E RICHTER, 1991). Já madeiras com menor densidade básica apresentam menor resistência mecânica em comparação com madeiras de alta densidade (MADY, 2000). Kollmann e Côté (1984 apud SILVA FILHO, 1992) pontuam a correlação entre a densidade e dureza da madeira, sendo mais duras quanto maior a densidade.

Além disso, madeiras de baixa e alta densidade são classificadas respectivamente como leves e pesadas segundo Melo et al (1990 apud ARAUJO, 2002), dando uma ideia do peso das mesmas, conforme a pontuação de Silva Filho et al (1992) de que a densidade básica permite estimar o peso da madeira. Assim, tal estimativa pode ser entendida como

quanto maior a densidade da madeira, seu peso tende a ser maior por apresentar mais massa por volume.

Assim, de acordo com tais influências da densidade na madeira, pode-se inferir que tal característica se faz importante nos projetos de design de móveis no que se refere a sua ligação quanto ao peso do produto e a possibilidade de adquirir marcas por conta da manipulação da mesma pelos usuários por conta da dureza, conseguindo-se observar tais pontos nos protótipos de móveis desenvolvidos nessa pesquisa.

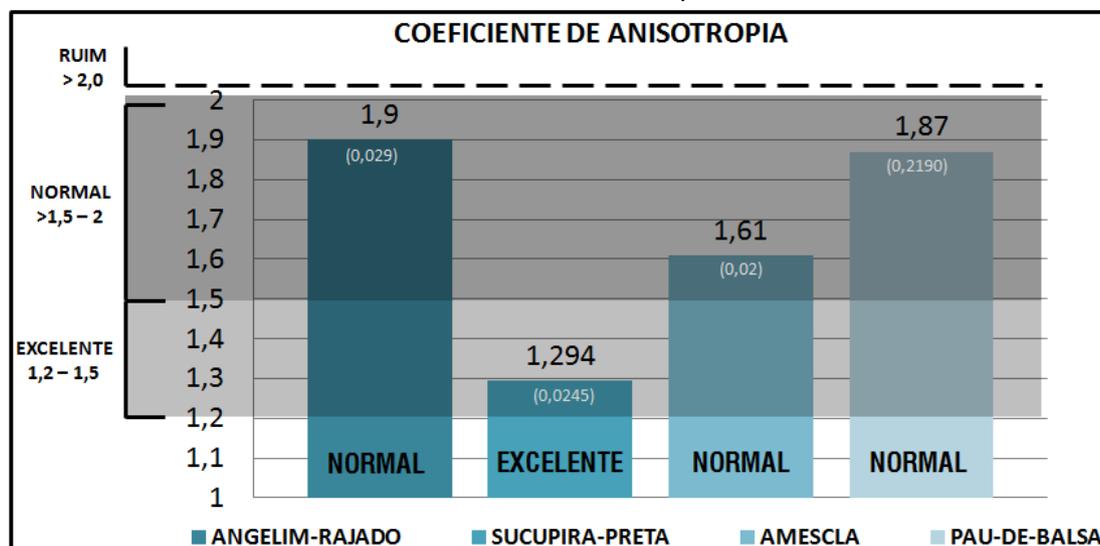
Quanto a estabilidade dimensional da madeira, este é um parâmetro importante a ser considerado para determinação da utilização da madeira, o qual foi analisado por meio da observação da relação entre as contrações tangenciais e radiais, denominada coeficiente de anisotropia.

O coeficiente de anisotropia é utilizado como um índice para analisar e classificar a variação dimensional da madeira, indicando a possibilidade da aparição de defeitos, como empenamentos e rachaduras que, segundo Mendes (1996), podem decorrer da troca de umidade entre a madeira e o ambiente. Vale lembrar que, quanto mais próximo de 1, menor tendência ao aparecimento de defeitos durante as contrações causadas pela troca de umidade com o ambiente (MORESCHI, 2012; DURLO E MARCHIORI, 1992 apud COSTA, 2017). Do contrário, quanto mais elevado este índice, mais difícil de preparar a madeira para o uso por conta da tendência à retração (MACHADO, 2006).

Na confecção de móveis, o conhecimento sobre essa característica está ligada a percepção da tendência da madeira de apresentar defeitos como alteração da forma e aparecimento de emendas ou rachaduras por conta das variações dimensionais (MENDES, 1996).

Assim, conforme os valores obtidos, as espécies *Pithecelobium racemosum* Ducke (Angelim-rajado), *Trattinickia burserifolia* (amescla) e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) foram classificadas como “normal”, e a espécie *Diplotropis racemosa* (sucupira-preta) foi classificada como “excelente”.

Figura 49. Ilustração gráfica dos valores obtidos e a classificação das espécies com relação ao coeficiente de anisotropia



Fonte: da pesquisa

Freitas et al. (2016) destaca as madeiras que apresentam boa estabilidade dimensional podem ser indicadas para a produção de móveis, levando em consideração também seu correto processamento. Com isso, o conhecimento sobre a variação dimensional da madeira colabora para auxiliar no uso estratégico das madeiras na construção dos produtos (GALVÃO E JANKOWSKY, 1985 apud COSTA, 2017)

No geral, no processo de confecção dos móveis propostos nesta pesquisa (descrito com detalhes no tópico 4.4), apesar de não ser a espécie com maior índice anisotrópico, a madeira da espécie *Trattinnickia burserifolia* (amescla) foi a que apresentou leve torcimento em algumas peças utilizadas na confecção de um dos protótipos (subcomponente B1 do produto 1; projeto situado no tópico 4.3.2).

Vale destacar que tal comportamento não impossibilitou o uso de tais peças para confecção do componente do produto, porém, exigiu que as mesmas permanecessem prensadas em uma superfície plana até serem utilizadas na montagem do mesmo.

Figura 50. Peça de madeira da espécie *Trattinnickia burserifolia* (amescla) que apresentou leve torcimento



Fonte: da pesquisa

Destaca-se, a estabilidade dimensional está ligada ao processo de secagem da madeira, devendo-se buscar a utilização de madeiras secas nos projetos de produto para reduzir a possibilidade de variações dimensionais (SILVEIRA et al, 2013).

Assim, o processo de secagem aumenta a estabilidade da madeira, evitando problemas futuros para os usuários por minimizar os efeitos de contração da madeira e, conseqüentemente, evitar com que defeitos apareçam nos móveis, como emendas aparentes, empenamentos e travamento de gavetas também (MENDES, 1996).

Dessa forma, destaca-se que o designer deve buscar utilizar madeiras secas nos projetos de produto, além de conhecer também as informações relacionadas à estabilidade da madeira, como o coeficiente de anisotropia, para assim verificar como trabalhar de forma adequada com a espécie escolhida, buscando também prever “espaços entre peças componentes de móveis e outros artigos de madeira, para evitar futuros problemas funcionais do produto industrializado em uso” (MORESCHI, 2012, p.74).

Destaca-se ainda que coeficiente de anisotropia não deve ser encarado como um índice para descartar o uso das madeiras, caso apresentem instabilidade, mas sim como um indicador de suas tendências para assim prepará-las (secagem) e implementá-las em projetos da melhor forma possível de acordo com seu desempenho (GALVÃO e JANKOWSKY, 1985 apud SILVA, 2013).

### 4.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

#### 4.3.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para o desenvolvimento dos produtos, foi necessário realizar a coleta de dados com relação à tipologia do móvel definida para elaboração dos protótipos, ou seja, mesa de centro. As informações coletadas foram a respeito de produtos similares e com relação a parâmetros ergonômicos, sendo tais informações pertinentes para o estabelecimento dos requisitos e parâmetros que direcionaram as propostas dos produtos.

Por meio da análise de similares foi possível ter uma visão geral das possibilidades existentes com relação à composição estrutural e formal tanto do tampo quanto dos pés de mesas de centro.

Figura 51. Produtos similares analisados. Mesas de centro das lojas de design de alto padrão Tissot, Moora e Saccaro



Fonte: da pesquisa

Por meio da observação e análise dos produtos, obteve-se como resultado os principais pontos considerados relevantes na análise morfológica e estrutural nas mesas de centro selecionadas, sendo tais dados tabelados e organizados em conjunto (Quadro 10)

Quadro 10. Resultado das análises de similares com relação à morfologia e estrutura.

<b>ANÁLISE MORFOLÓGICA</b>	
<b>Materiais</b>	Madeira maciça (12) Tampo com lâminas de madeira (11) Metais (5) Vidro incolor (1) Tecido sintético (2)
<b>Formas</b>	Tampo: Forma geométrica quadrada Forma geométrica retangular Formas circulares Formas orgânicas Composição retangulares ripadas  Pés: Retilíneos Retilíneos com leve angulação (inclinação) Retilíneos com detalhes arredondados Com formas derivadas de trapézio Com aumento gradual de largura e detalhes redondos  Travas de suporte (ligação entre pés): Formato retilíneo Mescla de formas retas e arredondadas nas extremidades
<b>Acabamento</b>	Fosco ou acetinado (aspecto natural)
<b>Cor</b>	Marrom Castanho-alaranjado Castanho com toque amarelado
<b>Figura</b>	Uso de madeiras com figuras tanto discretas quanto mais evidentes. Os desenhos mais destacados foram geralmente mais aplicados nos tamos das mesmas, destacando tal elemento estético.
<b>ANÁLISE ESTRUTURAL</b>	
<b>Componentes</b>	Penas com seis pés (3) Pernas com quatro pés (8) Pernas com três pés (4) Tampo: único (9) Tampo composto por subcomponentes (7) Tampo multifunção – gaveteiro (1) Tampo multifunção – Revisteiro (1)

	Tampo multifuncional – assento (1) Tampo com elemento móvel (1) Travas de suporte (ligação entre pés) Tampo Ripado (2) Tampo/Peças-Bandejas (3) Uso de elementos separadores – efeito tampo flutuante (4)
<b>Dimensão</b>	Comprimento: variando entre 70, 100, 120, 140+ centímetros. Largura: 60, 70,90,120,140+ centímetros Altura variando entre 20, 32, 37, 39, 41 centímetros.

Fonte: da pesquisa

Foi observado que a maioria dos móveis demonstraram tendência de utilizar formas geométricas bem definidas. A predominância de formas geométricas remete ao estilo conhecido como Minimalismo. Leal (2017) conceitua o minimalismo mediante seus princípios e vertente estética:

Os princípios do minimalismo envolvem atos de redução de formas geométricas unitárias ou repetidas, numa arte objetiva, que enfatiza os materiais e técnicas aplicadas, sendo os objectos inseridos numa composição sem excessos. [...] O objeto Minimalista segue um desenho racional, é reduzido à sua essência e celebra a sua forma e o material, ao invés de o camuflar com ornamentação.[...] O minimalismo formal explora um diálogo geométrico plano e formas escultóricas.

Essa linguagem visual com a priorização de formatos menos rebuscados promove uma harmonia visual por permitir ao primeiro olhar uma compreensão de toda a estrutura. Assim, pode-se dizer que no conceito minimalista, utilizam-se formas e linhas mais simplificadas, buscando manter a pregnância da forma e valorização dos materiais, percebendo-se tais destaques nos produtos analisados.

Além disso, foi percebido que os Tampos são o ponto de destaque nessa tipologia de produtos, onde as demais peças tendem a ser mais trabalhadas próximas a ele, tanto por meio de espessuras quanto pela concentração de elementos. Isso torna a parte superior o ponto focal do produto, dando as pernas um papel mais discreto.

Os tampos ganham versatilidade quanto a composição na estrutura do produto, sendo implementados tampos lisos, ripados, com apenas uma

peças ou duas etc. Os que são trabalhados com dois elementos, possibilitam agregar ao produto outras funções, como gaveteiro e revisteiro.

Com relação às figuras presentes nos tampos, verifica-se a busca pela valorização dos desenhos da madeira, variando entre desenhos mais discretos e ligeiramente mais destacados.

Os pés apresentaram formatos predominantemente retilíneos e sem angulação. Quando apresentam detalhes, estes são trabalhados com formas arredondadas nas junções entre os pés e os elementos que os interligam, denominados aqui de “travas de suporte”. Este elemento de ligação também ganha um papel na composição da estética dos produtos por meio dos detalhes com formato reto ou arredondado.

Além disso, em alguns modelos de mesa de centro foram utilizados elementos com função de agregar visualmente o efeito de tampo flutuante ao possibilitar um afastamento do mesmo com relação às pernas da mesa, ou seja, destacando a separação entre os componentes do produto. Tal estratégia tornou a composição estrutural do produto diferenciada dos formatos típicos onde fica evidente e visualmente exposto que os pés estão faceados diretamente no tampo.

Com relação aos materiais, a madeira foi utilizada como principal elemento, ganhando destaque principalmente no tampo por meio da valorização de sua cor e figura. Dentre os materiais complementares, estão os metais (nos pés e detalhes), vidro (no tampo em estruturas de madeira) e tecidos (em detalhes).

Acerca das questões ergonômicas, tomou-se como referência as indicações de Panero e Zelnik (2002), que analisam a relação ergonômica da mesa de centro com ao usuário. A indicação levada em consideração para esta pesquisa teve como foco na dimensão desta tipologia de produto. Assim, foi visto que as indicações dimensionais estão direcionadas apenas a altura das mesmas, sendo indicada pelos autores a variação entre 30,5 a 45,7 cm.

Nos similares analisados, foi notado que, no geral, as medidas de altura das mesas estavam dentro do intervalo sugerido pelos autores. Medidas abaixo desse intervalo foram utilizadas quando o foco foi criar

modelos de mesas que se complementam, ou seja, é proposta uma composição com um conjunto de mesas.

Além disso, foi percebida que as dimensões relacionadas ao comprimento e largura das mesas são abertas no projeto, sendo estipuladas livremente, ou seja, não possuem um padrão geral a ser seguido.

Ao final das análises, os pontos considerados importantes a serem agregados nas propostas de produtos foram destacados quanto a composição estrutural e estética do produto no quadro de requisitos e parâmetros (Quadro 11), o qual foi utilizado para guiar o processo criativo e a confecção dos produtos.

Quadro 11. Requisitos e parâmetros estabelecidos para os produtos

		REQUISITOS	PARÂMETROS
<b>MORFOLÓGICOS</b>	<b>FORMAS</b>	Utilizar o conceito minimalista	Uso das formas básicas (quadrado, triângulo, círculo, ou combinação dessas formas)
	<b>MATERIAIS</b>	Destaque ao material principal (madeira)	Uso predominante de madeira
		<b>ACABAMENTO</b>	Fosco ou acetinado
<b>ESTRUTURAIS</b>	<b>ESTRUTURA</b>	Processo fabril com procedimentos típicos	Processos com possibilidade de execução em marcenarias de pequeno e médio porte
		Sistema de montagem simplificado  tampo com efeito flutuante	União por encaixe, parafuso e/ou cola.  Distanciamento entre a perna e tampo das mesas
<b>ERGONÔMICO</b>	<b>DIMENSÕES</b>	Altura dentro do intervalo do intervalo de 30,5 a 45,7 cm	altura deve estar dentro do intervalo ergonômico sugerido, porém as demais dimensões são livres.

Fonte: da pesquisa

As propostas de produto foram projetados segundo as indicações do quadro de Requisitos e Parâmetros, pontos destacados na análise de

similares por meio da técnica de caixa-morfológica, assim como as observações dos especialistas consultados.

A partir das análises dos especialistas, os pontos relacionados a morfologia, como forma e valorização do material foram destacados como positivos, porém foram sugeridas pelo designer alterações dimensionais, propondo mesas de centro com dimensões maiores e mais altas para espaços de estar mais sofisticados assim como para que a mesma ganhe maior visibilidade no ambiente onde será utilizado. Além disso, quanto ao acabamento superficial, o designer sugeriu que as superfícies do produto apresentassem acabamento com aspecto acetinado ou fosco, evitando o uso de verniz de PU brilhante ou alto brilho, sendo tal colocação acrescida nos requisitos para o acabamento final dos produtos.

Sobre este ponto, na pesquisa realizada por tal profissional, Pereira (2017), o mesmo confeccionou produtos com madeiras amazônicas, e dentre as indicações dos especialistas consultados para análise dos produtos, foi destacado que, em móveis que buscam valorizar a estética natural da madeira, devem ser evitados o uso de produtos que deixem a superfície com acabamento muito brilhante pois acaba reduzindo o aspecto de material natural e por não ser uma tendência atual em móveis com madeiras.

Com relação ao profissional de Lutheria, por meio da sua experiência na confecção de produtos com madeira, fez observações pertinentes sobre a complexidade de produção de alguns detalhes e encaixes que dificultariam o processo de confecção e acabamento nas alternativas propostas inicialmente.

As observações feitas pelos profissionais durante a consultoria colaboraram para que fosse feita uma melhor adequação das propostas dos móveis aos requisitos e parâmetros estipulados, otimizando os projetos de produto quanto a facilidade na produção dos elementos estruturais, dimensionamento e melhor adequação ao conceito minimalista identificado na análise de similares. Assim, após todo levantamento e análise, as propostas finais foram desenvolvidas e finalizadas.

#### 4.3.2 ALTERNATIVAS PROPOSTAS

As três alternativas finais foram desenvolvidas e modeladas tridimensional no software digital Solid Edge ST9. Os resultados quanto a esta etapa são ilustrados nos subtópicos a seguir.

##### **A) Produto 1: mesa de centro “ripada”**

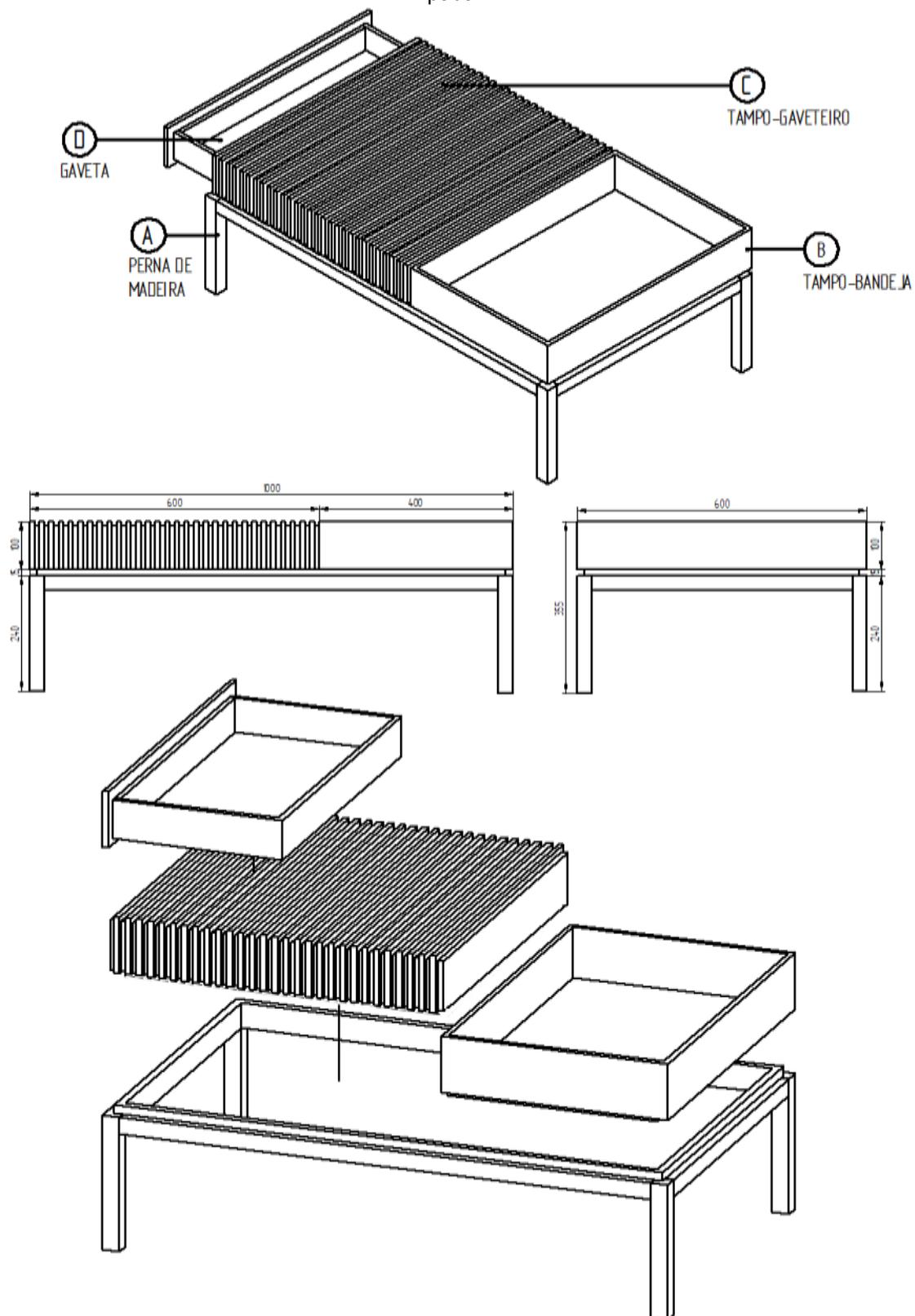
O produto é dividido em quatro partes principais, sendo elas a perna (A), tampo-bandeja (B), tampo-gaveteiro(C) e gaveta propriamente dita(D).

A perna possui no total 9 subcomponentes que podem ser agrupados em três grupos segundo sua função. Assim, temos o grupo A1 composto por quatro pés, A2 composto por duas travas laterais menores e A3 composto por duas travas laterais maiores e A4 .

O tampo-bandeja foi subdividido em B1 composto pelas quatro laterais e B2 correspondendo ao fundo. Já o tampo-gaveteiro foi subdividido em C1 tampo superior, C2 laterais, C3 travamento inferior e C4 ripado. Por fim, A gaveta subdivide-se em D1 laterais (caixa), D2 frente e D3 fundo da gaveta.

Sua concepção com relação a combinação gerada por meio da caixa morfológica elencou como principais pontos: madeira maciça, tampo composto por dois elementos, tampo multifunção com gaveta com ripado, perna retilínea com 4 pés.

Figura 52. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro "ripada"



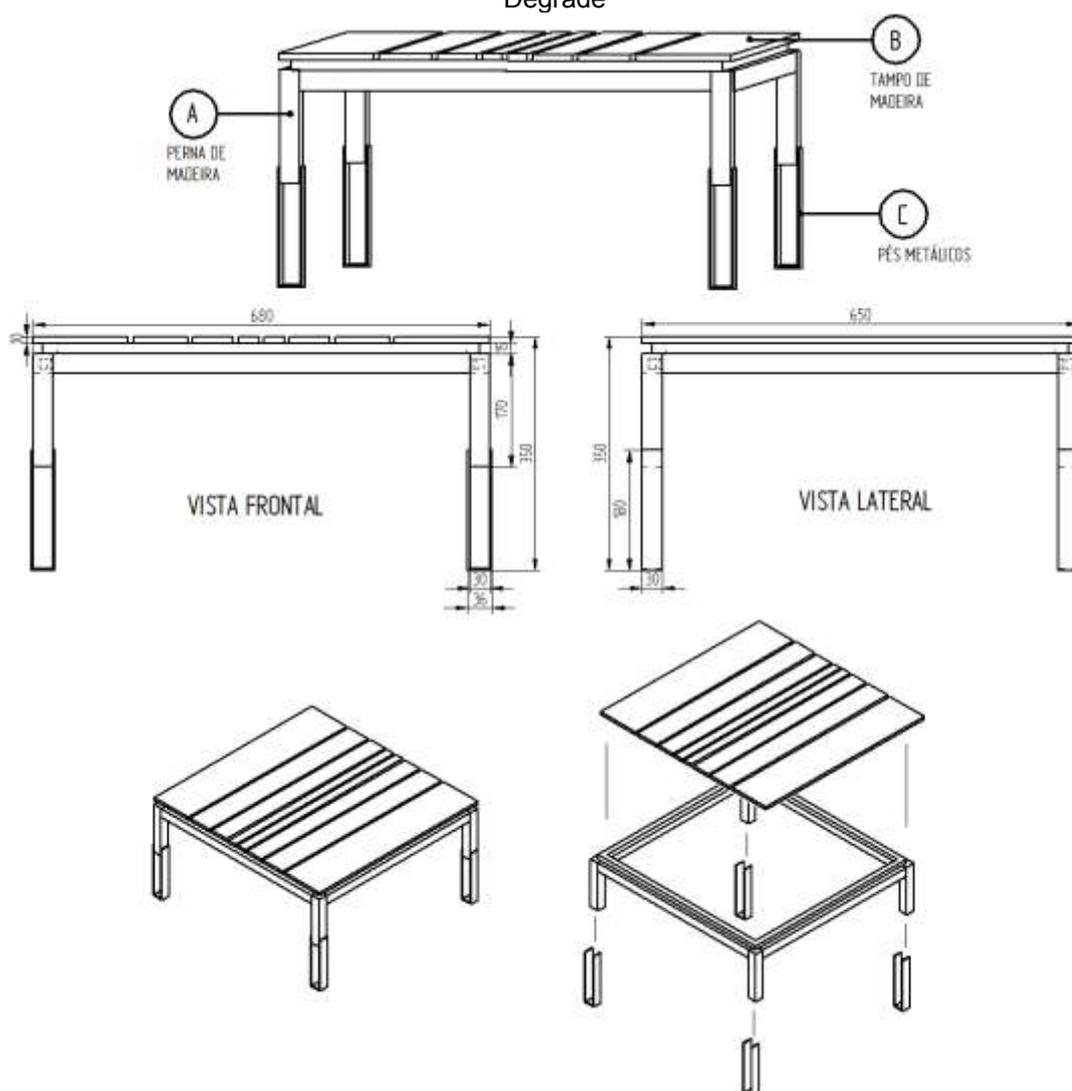
Fonte: da pesquisa

## B) Produto 2: mesa de centro “Degradê”

O produto é dividido em três componentes principais, sendo eles o tampo (A) perna (B) e pés metálicos (C). A perna possui no total nove subcomponentes que podem ser agrupados em quatro grupos segundo sua função. Assim, temos o grupo A1 composto por quatro pés, A2 composto pelas quatro travas laterais e A3 composto pelo espaçador entre as pernas e o tampo, dando o efeito flutuante.

Sua concepção com relação a combinação gerada por meio da caixa morfológica elencou como principais pontos: mescla de material com metal e madeira maciça, tampo ripado, perna retilínea com 4 pés.

Figura 53. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Degradê”



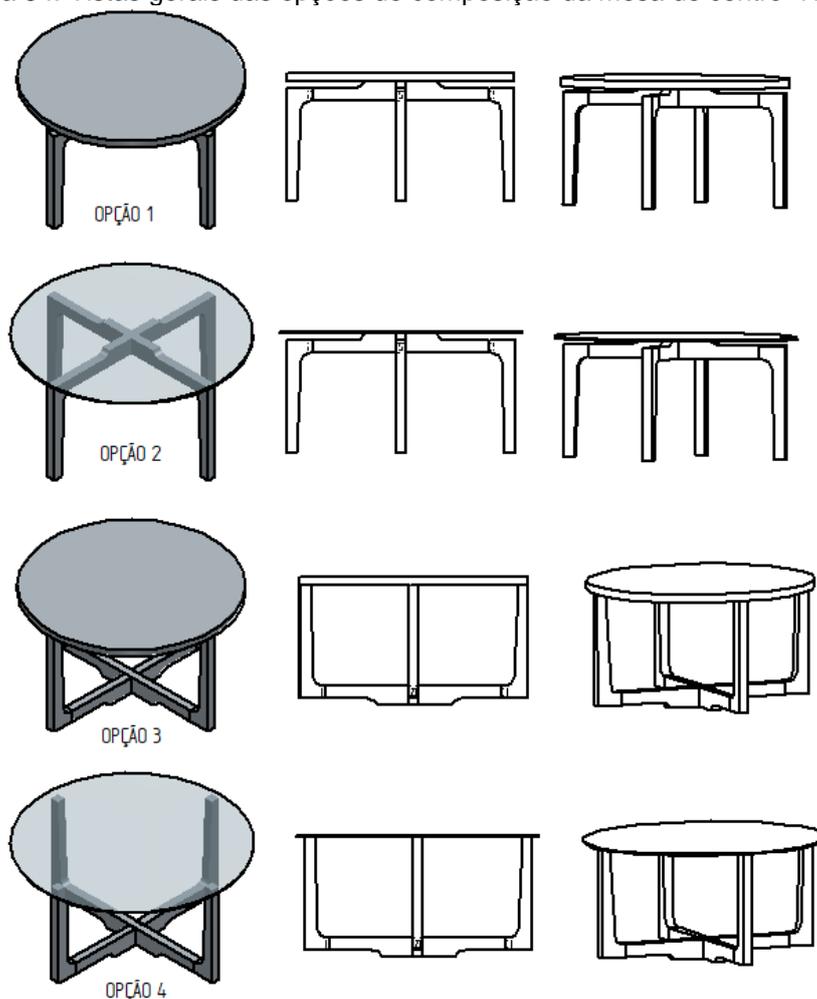
Fonte: da pesquisa

### C) Produto 3: mesa de centro “rajada” (multiopções)

O produto é dividido em duas partes principais, sendo elas a perna amadeirada (A) e o tampo (B), que pode ser de madeira ou vidro. As pernas possuem 2 componentes, sendo cada um destes subdivididos estruturalmente por 3 subcomponentes. Este único projeto possibilita a geração de quatro opções de produtos de acordo com a disposição dos pés e da escolha entre o tampo amadeirado ou de vidro.

Sua concepção com relação a combinação gerada por meio da caixa morfológica elencou como principais pontos: opção com mescla de material entre vidro e madeira maciça, tampo arredondado, perna com 4 pés apresentando variação entre forma retilínea e detalhes arredondados.

Figura 54. Vistas gerais das opções de composição da mesa de centro "Rajada"



Fonte: da pesquisa

Figura 55. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Rajada” – opção 1

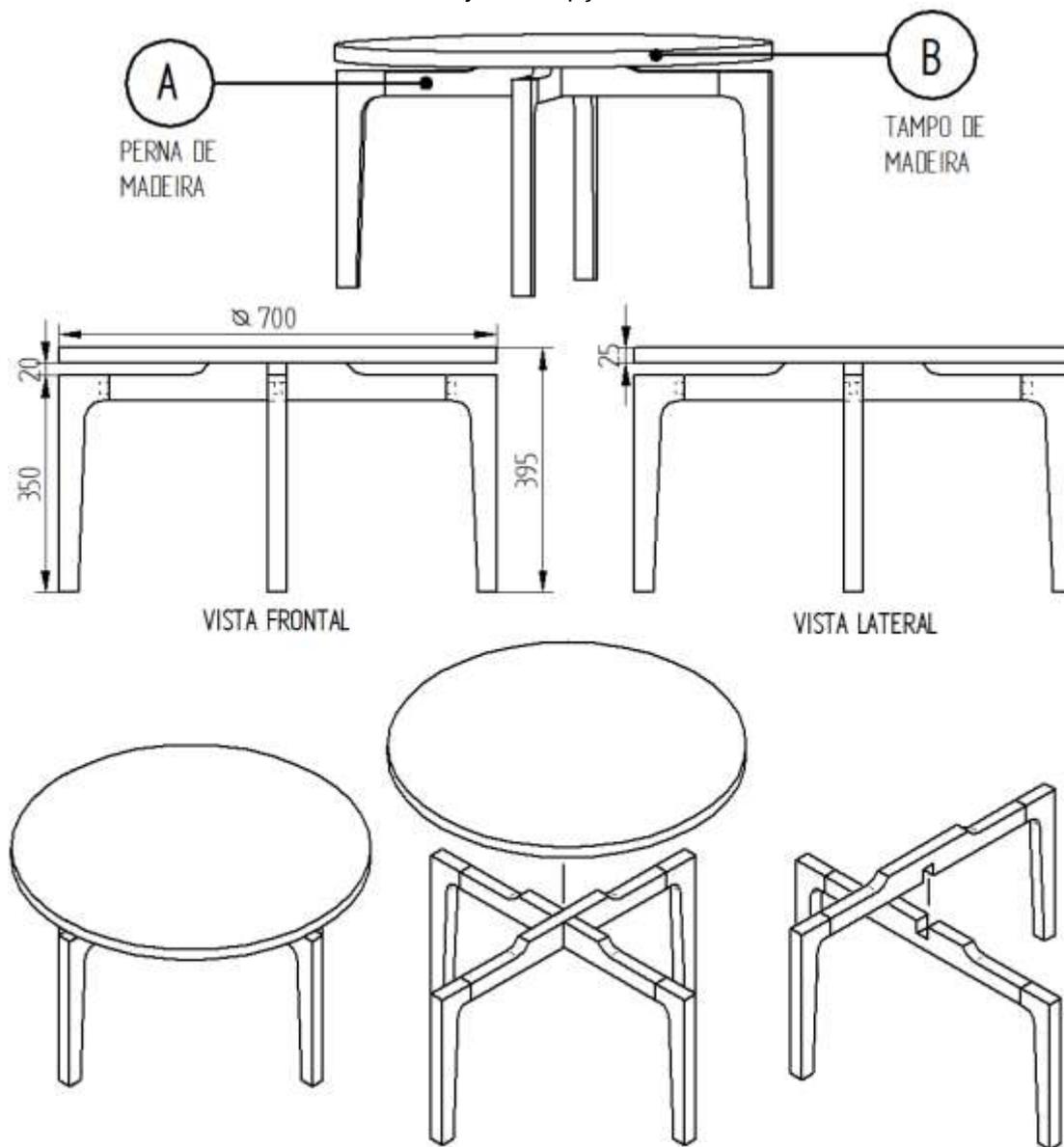
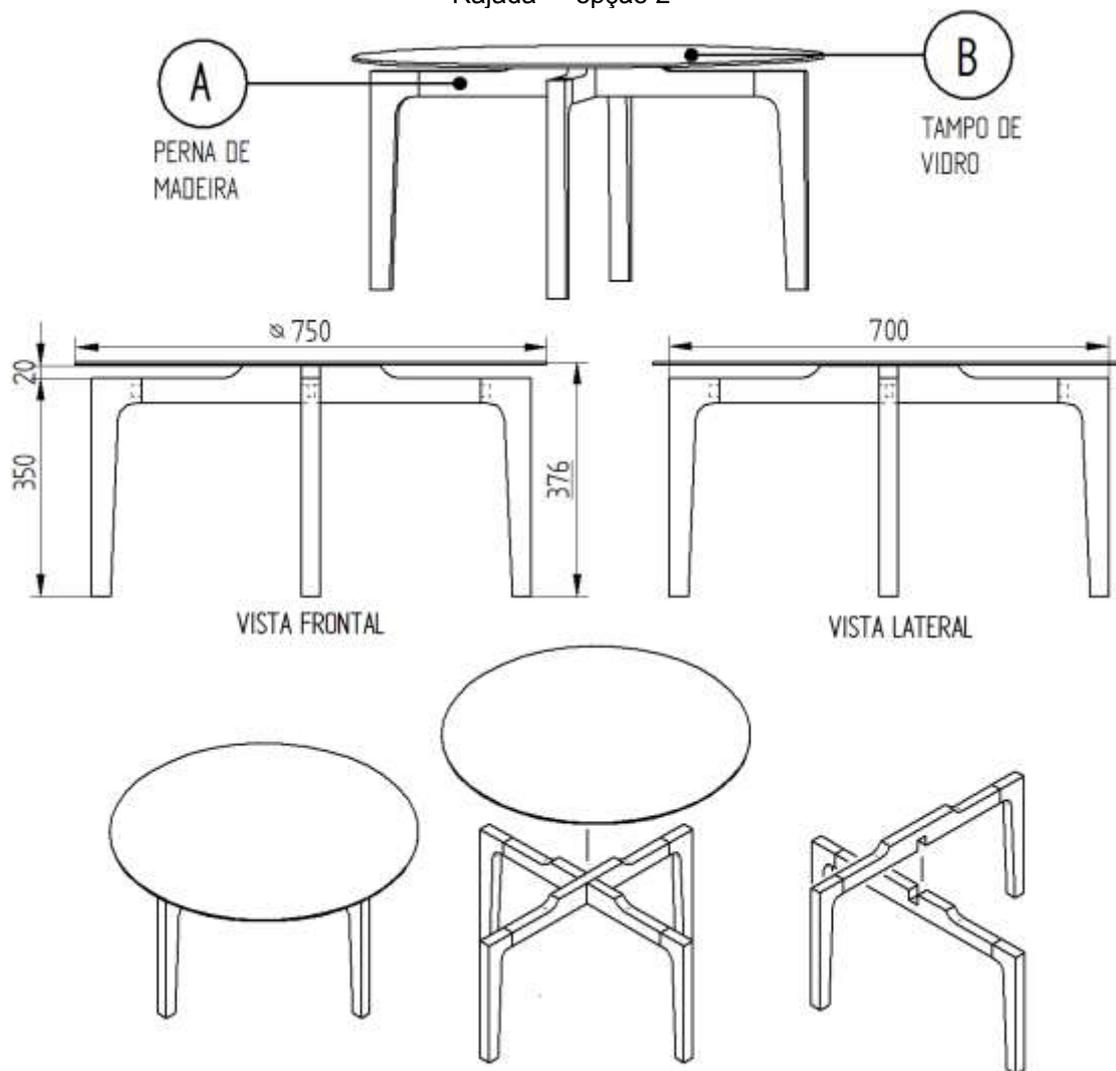


Figura 56. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro “Rajada” – opção 2



Fonte: da pesquisa

Figura 57. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro  
"Rajada" – opção 3

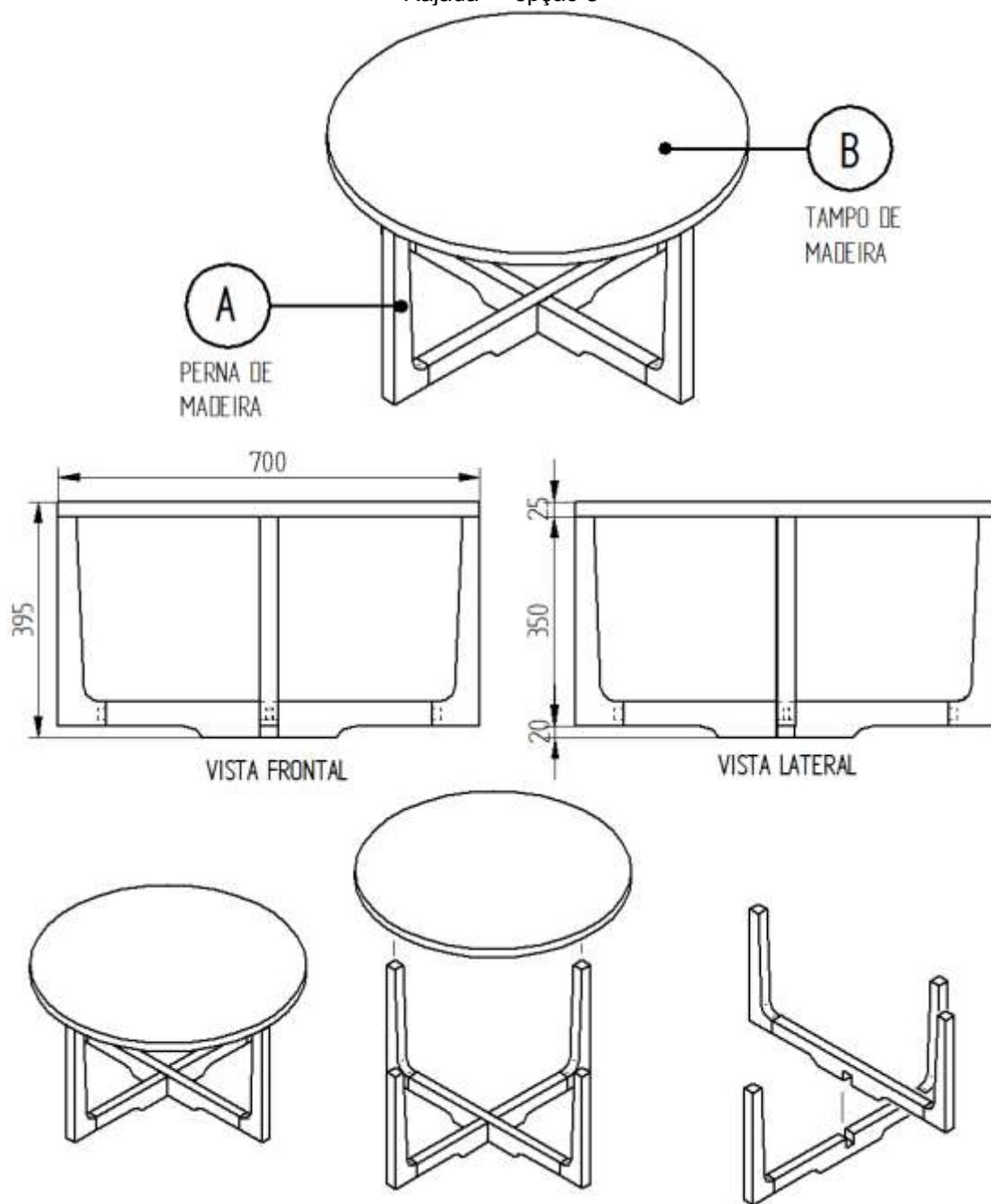
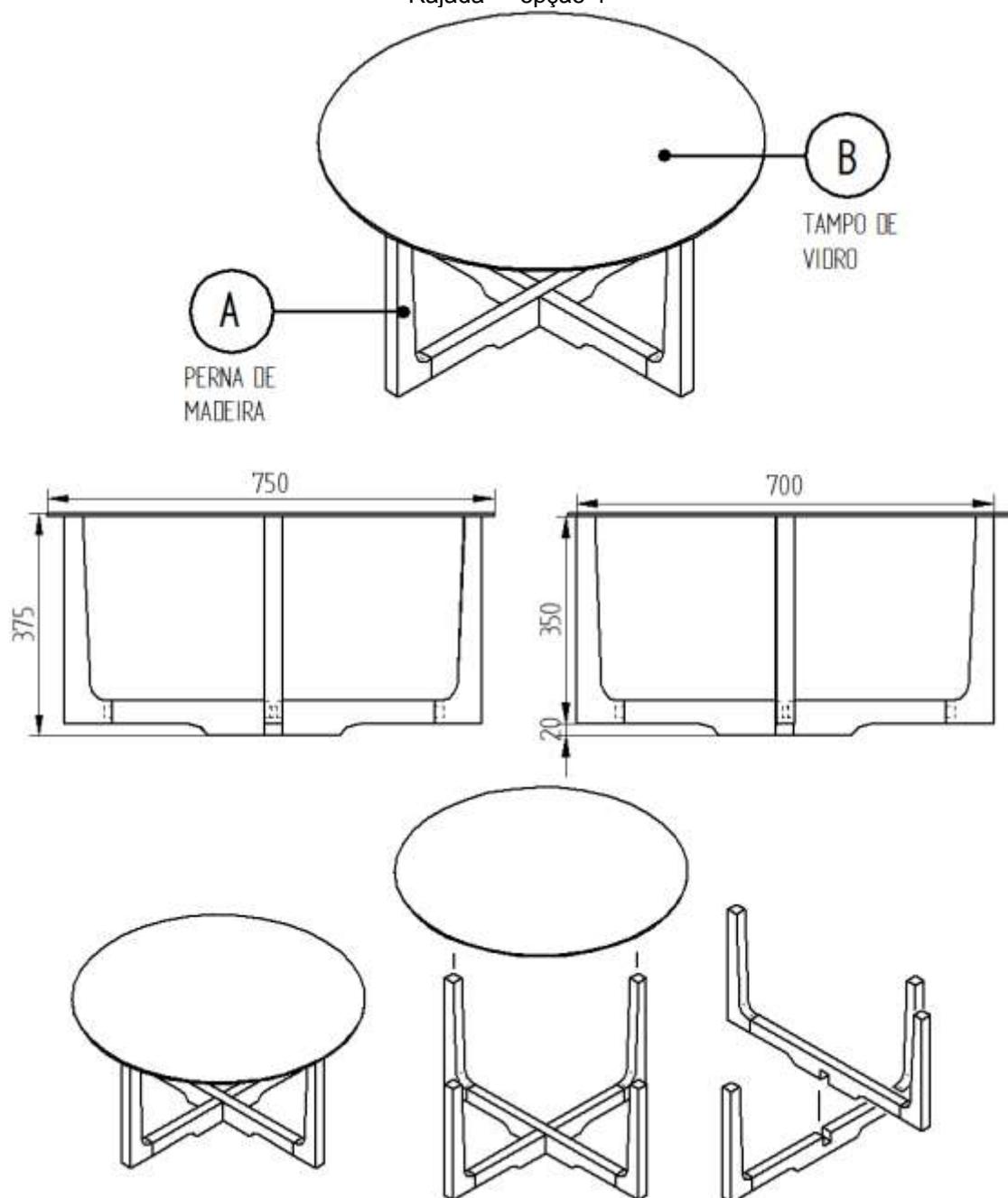


Figura 58. Informações técnicas gerais do projeto de design de produto: mesa de centro  
"Rajada" – opção 4



Fonte: da pesquisa

#### 4.4 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DOS PRODUTOS

Para observar e analisar a viabilidade técnica de utilização das madeiras na produção de móveis quanto ao desempenho das mesmas nos processos e no produto, foram confeccionados protótipos em tamanho real dos projetos de design de produto moveleiro propostos.

Neste tópico, são descritos os principais processos de fabricação utilizados no beneficiamento das madeiras de acordo com projeto ao qual foram destinadas.

##### A) Produto 1: Mesa De Centro “Ripada”

Este produto foi confeccionado com mescla de espécies. A perna, o tampo-bandeja e a estrutura de base do tampo-gaveteiro foram confeccionados com a madeira *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e o ripado e a gaveta propriamente dita foram feitas com a madeira *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa).

Quadro 12. Amostras de madeira da espécie *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro ripada

MADEIRA: AMESCLA			
Amostras	Dimensões (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
1	120	25	5
2	120	25	5
3	120	25	5

Quadro 13. Amostras de madeira da espécie *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro ripada

MADEIRA: PAU-DE-BALSA			
Amostras	Dimensões (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
1	116	20	3,2
2	114	19	3,3

- **Processos de fabricação**

As amostras de madeira foram aplainadas e desempenadas para obtenção de peças com superfícies limpas e bem alinhadas em todas as faces. O aplainamento também foi realizado ao longo das etapas de confecção para atingir as espessuras corretas das peças.

Figura 59. Processo com a plaina e desengrosso



Fonte: da pesquisa

Para confecção da perna, foi utilizado o processo de desengrosso para obtenção das espessuras dos subcomponentes que a compõe, ou seja, os pés e as travas laterais do produto (peças de madeira que unem os pés). A seção quadrada de todas as peças que compõem a parte da mesa (pés e travas laterais) foi feita por meio de corte com serra circular de bancada.

Figura 60. Corte na serra circular para confecção dos pés e travas laterais



Fonte: da pesquisa

Além disso, algumas peças foram serradas parcialmente ao meio com a serra circular, tornando-as bipartidas, ou seja, transformando-se em duas peças de espessura menor, sendo tal processo finalizado com a serra fita,

tendo em vista que a altura na serra não foi suficiente para partir totalmente as peças.

Figura 61. Processo de corte e transformação das pranchas em múltiplas peças de menor espessura



Fonte: da pesquisa

Os rasgos feitos nos pés da mesa, para realização do encaixe espigado (macho-fêmea) com as travas laterais, foram feitos na furadeira horizontal com broca 10mm por meio do método furação sucessiva.

Figura 62. Confeção dos rasgos com a furadeira horizontal



Fonte: da pesquisa

Já a espiga nas travas-laterais confeccionada por meio de corte com serra circular de bancada, sendo realizados corte sucessivos até que se atingisse a forma e dimensão correta para encaixe nos rasgos.

Figura 63. Espigas confeccionadas por meio de cortes sucessivo com serra circular



Fonte: da pesquisa

As arestas das espigas foram arredondas por meio de desbaste com as ferramentas grossa e lima. Além disso, as pontas das espigas foram cortadas em 45° na serra-fita tendo em vista possibilitar o encaixe perfeito entre duas peças espigadas dentro do rasgo.

Figura 64. Acabamento nas espigas com desbaste e corte



Fonte: da pesquisa

A montagem das pernas foi feita pela união das peças dos pés e das travas laterais por encaixe tipo espiga (macho-fêmea), reforçada por meio de colagem cola branca PVA. Tais peças foram prensadas com grampo tipo sargento para garantir o bom alinhamento e colagem entre as mesmas.

Figura 65. Montagem das pernas por meio de encaixe, colagem e prensagem



Fonte: da pesquisa

Todos os cortes retos, angulados ou rebaxos tipo moldura presentes na composição dos subcomponentes do tampo-bandeja, tampo-gaveteiro e gaveta foram realizados na serra circular de bancada.

O fundo do tampo-bandeja, assim como o topo do tampo-gaveteiro são painéis amadeirados unidos por meio de colagem, sendo tais junções reforçadas por meio de prensagem com grampo tipo sargento.

Figura 66. Confeção de painel amadeirado



Fonte: da pesquisa

Na montagem do tampo-bandeja, a união de suas laterais foi feita por colagem com cola branca PVA. O fundo desta peça foi apoiado no rebaixo tipo moldura presente nas peças laterais que compõem o tampo-bandeja. Sua fixação com realizada com cola branca PVA e reforçado com pregos pequenos.

Figura 67. Montagem do tampo-bandeja



Fonte: da pesquisa

A montagem da caixa base do tampo-gaveteiro foi feita por meio de colagem e aparafusamento, sendo este último realizado com uma furadeira manual com a qual foram realizados os pré-furos para posterior colocação dos parafusos. As ripas com função de apoio e deslize da gaveta foram fixada na lateral interna do gaveteiro por meio da utilização de pregos

pequenos. As peças de madeira para compor o fundo vazado do tampa-gaveteiro foram fixadas com parafusos, realizando-se pré-furação antes da inserção dos mesmos manualmente.

Figura 68. Montagem do tampo gaveteiro



Fonte: da pesquisa

Os ripados de seção quadrada foram confeccionados por meio da utilização de serra circular de bancada, na qual foram realizados os cortes para obtenção das dimensões corretas, bem como para realização dos cortes em 45 graus nas pontas das ripas. Tais cortes em meia esquadria deixam as junções dos ripados superiores e laterais com um melhor acabamento. Além disso, todas as ripas foram fixadas no gaveteiro por meio de colagem. O acabamento entre os encaixes meia-esquadria foi feito com massa de madeira produzida com cola branca PVA e o pó da madeira.

Figura 69. Processo de montagem e fixação das ripas



Fonte: da pesquisa

Na confecção da gaveta, todos os cortes para obtenção das dimensões gerais das peças assim como os sulcos para deslizamento da

gaveta foram feitos utilizando a serra circular de bancada. A montagem da gaveta foi feita por meio de parafusagem realizada com uma furadeira manual com a qual realizaram-se os pré-furos para posterior colocação dos parafusos. A peça da frente da gaveta, a qual fica exposta no produto, foi fixada por colagem com cola branca PVA e parafuso.

Figura 70. Processos de montagem da gaveta



Fonte: da pesquisa

Para o fundo da gaveta não foi utilizada madeira maciça, mas sim uma placa de Xapadur Liso, revestido com tecido sintético, com as dimensões corretas para o encaixe na estrutura da gaveta.

O acabamento do produto foi feito por meio de lixamento manual nos ripados e com lixadeira orbital nas demais peças. Em ambos os métodos foram utilizadas lixas de granulação 80, 120, 180 e 240. O acabamento final foi feito com a utilização de cera de carnaúba.

Figura 71. Processo de lixamento da amadeira pau-de-balsa



Fonte: da pesquisa

- **Produto finalizado**

Figura 72. Produto Final confeccionado com *Trattinickia burserifolia* (Breu-Branco/Amescla) e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa)



Fonte: da pesquisa

## B) Produto 2: Mesa de centro “Degradê”

Este produto foi confeccionado com a espécie *Diplotropis racemosa* Amsh. (sucupira-preta)

Quadro 14. Amostras de madeira da espécie *Diplotropis racemosa* Amsh. (Sucupira-preta) utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro degradê”

MADEIRA: SUCUPIRA-PRETA			
Amostras	Dimensões (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
1	132	15,3	3,1
2	132	15,4	3,3
3	132	15,4	3.1

Fonte: da pesquisa

- **Processos de fabricação**

As amostras de madeira foram aplainadas e desempenadas para obtenção de peças bem alinhadas em todas as faces, assim como para o alcance das espessuras corretas de cada componente do produto.

Figura 73. Processos na plaina desempenadeira e desengrossadeira



Fonte: da pesquisa

Com relação as pernas, foram confeccionadas peças de seção quadrada por meio da execução do corte na Serra Circular de bancada, obtendo-se todos os componentes nas dimensões corretas.

Figura 74. Obtenção com componentes da perna da mesa por meio de corte em serra circular



Fonte: da pesquisa

A união dos pés e das travas laterais foi realizada com encaixe espigado (macho-fêmea) reforçada com o uso de cola branca PVA. Os rasgos nos pés foram feitos na furadeira horizontal com broca 10mm por meio do método furação sucessiva.

Já a espiga nas travas-laterais confeccionada por meio de corte com serra circular de bancada utilizando também o método de corte sucessivo. A adequação da espiga às medidas e formas adequadas para o melhor encaixe no rasgo foi realizado utilizando a serra fita de banda e as ferramentas manuais grosa e lima para o arredondamento das arestas.

Figura 75. Processo de confecção e acabamento das espigas



Fonte: da pesquisa

A peça chamada de espaçador (propicia o efeito flutuante do tampo) é formada por 4 ripas com junção em meia-esquadria ( $45^\circ$ ). Essa peça é colada na perna da mesa.

Figura 76. Colagem dos separadores que proporcionam o distanciamento entre a perna e o tampo da mesa



Fonte: da pesquisa

Para o tampo, foram confeccionadas peças de distintas larguras e mesmo comprimento. Os cortes para sua obtenção foram realizados na serra circular de bancada. A fixação das mesmas na perna da mesa foi feita por meio da utilização de cola branca PVA e pregos pequenos. O acabamento nos furos dos pregos foi realizado com massa preparada com a mistura de cola adesiva instantâneo e serragem fina da própria madeira.

Figura 77. Acabamento nos furos derivados da inserção de pregos para fixação do tampo



Fonte: da pesquisa

Além disso, realizou-se pré-furações (com furadeira manual) nos pés de madeira para fixação de sua extensão metálica (pés metálicos) por meio de parafusagem, os quais também foram furados (utilizando furadeira horizontal). Os pés metálicos com chapa de aço 2mm foram cortados industrialmente, assim como uma de suas dobras.

A segunda dobra foi realizada manualmente utilizando como ferramenta um martelo. Excepcionalmente, este último procedimento foi realizado na Oficina de Metais do Departamento de Design e Expressão

Gráfica na UFAM, contando com o auxílio do técnico do laboratório. Para pintura das peças metálicas foi utilizado tinta spray automotiva de cor preta com acabamento fosco.

Figura 78. Processo de dobra manual dos pés-metálicos



Fonte: da pesquisa

Figura 79. Processo de furação dos pés metálicos



Fonte: da pesquisa

O acabamento de todos os elementos amadeirados do produto foi feito por meio de lixamento manual e com lixadeira orbital, sendo utilizadas lixas de granulação 80, 120, 180 e 240. O acabamento final foi feito com a utilização de cera.

Figura 80. processo de lixamento da madeira Sucupira-preta



Fonte: da pesquisa

- **Produto finalizado**

Figura 81. Produto final confeccionado com madeira da espécie *Diplotropis racemosa* Amsl. (Sucupira-preta)



Fonte: da pesquisa

### C) Produto 3: mesa de centro “Rajada”

Este produto foi confeccionado com a espécie *Pithecelobium racemosum* Ducke. (Angelim-rajado).

Quadro 15. Amostras utilizadas na confecção do projeto “Mesa de centro rajada”

MADEIRA: ANGELIM-RAJADO			
Amostras	Dimensões (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
1	110	13,5	4,5
2	51,15	10	4,5
3	86,5	12	3
4	72,5	28,5	5
5	74	28,5	5

Fonte: da pesquisa

- **Processos de fabricação**

Inicialmente, as tábuas de madeira passaram pela preparação da superfície por meio do processo de aplainamento em plaina desempenadeira para que todas as faces ficassem limpas e retas, facilitando os processos seguintes mediante seu correto alinhamento. Para confecção das pernas, foi utilizado o processo de aplainamento com a desgrossadeira para adquirir a espessura correta de todos os componentes. Além disso, as peças de madeira com grandes dimensões foram reduzidas em peças menores para melhor manuseio durante os processos.

Figura 82. Preparação das peças



Fonte: da pesquisa

Após esse processo, por meio da utilização de um gabarito em papel-  
paraná com medidas e formato exato dos pés, foram desenhadas sobre a  
superfície da madeira todas as quatro peças. A utilização desse método  
auxiliou na obtenção de peças com tamanho e formato similares ao proposto  
no detalhamento técnico, principalmente em desenhos com ângulos e  
formas curvas.

Figura 83. Confeção do gabarito e marcação na superfície da madeira



Fonte: da pesquisa

Com as peças já desenhadas sobre a madeira, deu-se início ao  
processo de usinagem por meio do corte utilizando a serra fita de bancada,  
deixando em torno de 1mm maior para que fosse retirado com maior cuidado  
e precisão por meio do lixamento.

Figura 84. Processo de corte para obtenção dos pés



Fonte: da pesquisa

Para a obtenção mais precisa do formato, foi feito o lixamento em  
nível de conformação visando atingir a medida final, sendo utilizado como  
maquinário a Lixadeira de Bancada para as faces com desenho retilíneo e,  
para a parte curvada, foi utilizada uma Tupia de bancada com cabeçote  
lixador, ambos com lixa de granulação 60. Além disso, as extremidades  
foram cortadas levemente para obtenção de uma superfície bem alinhada.

Figura 85. Desbastes de ajuste dimensional e alinhamento



Fonte: da pesquisa

O encaixe entre os componentes das pernas da mesa (pés e trava lateral) foi feito pelo sistema espigado (macho-fêmea), com rasgos feitos pela furadeira horizontal e espigas feitas por meio de cortes sucessivos com a serra circular.

Figura 86. Confeção dos rasgos nos pés por meio da furadeira horizontal



Fonte: da pesquisa

Os cortes feitos para obtenção das dimensões gerais peças que unem os pés (travas lateral) foram feitos com a utilização de serra circular de bancada. Além disso, utilizando o mesmo maquinário, o corte central para realização do encaixe do tipo meia-madeira (que unem as pernas da mesa).

Figura 87. Corte para obtenção das dimensões gerais e encaixes centrais nas peças que unem os pés da mesa



Fonte: da pesquisa

As espigas foram confeccionadas por meio do corte sucessivo utilizando a serra circular de bancada, sendo feito o arredondamento das arestas por meio de desbaste utilizando a ferramenta grossa e lima a fim de obter o formato adequado para encaixe nos rasgos.

Figura 88. Confeção das espigas



Fonte: da pesquisa

O corte da parte curva desses componentes foi feito com a utilização de serra fita de bancada, sendo finalizado por meio de lixamento na tupa de bancada com cabeçote lixador, com lixa de granulação 60.

Figura 89. Confeção dos detalhes arredondados da peça de que interliga os pés



Fonte: da pesquisa

Para confecção do tampo, as madeiras foram desengrossadas para obtenção da espessura aproximada. Tendo em vista o diâmetro da peça, foi necessário a confecção de um painel amadeirado mediante união de tábuas com espiga solta reforçada por colagem. Os rasgos nas laterais das tábuas para o encaixe das espigas soltas retangulares foi realizado na furadeira horizontal por meio do método de furação sucessiva.

Figura 90. Confeção dos rasgos e união das peças para compor o painel amadeirado (tampo)



Fonte: da pesquisa

Após a união e secagem das peças, foi desenhado sobre o painel um círculo guia para o corte, sendo este realizado na serra fita e finalizado na lixadeira de bancada. Para correção dos pequenos desníveis do painel amadeirado, utilizou-se a esmerilhadeira com disco de lixa de granulação nº 60.

Figura 91. Marcação corte e lixamento para confecção do tampo amadeirado



Fonte: da pesquisa

O acabamento de todas as peças foi realizado com a lixadeira orbital utilizando as lixas de granulação 80, 120, 180 e 240. O acabamento final foi feito com a utilização de cera de carnaúba.

Figura 92. Processo de lixamento na madeira Angelim-rajado



Fonte: da pesquisa

- **Produto finalizado**

Figura 93. Primeira opção de composição estrutural da mesa confeccionada com *Pithecellobium racemosum* (Angelim-rajado)



Fonte: da pesquisa

Figura 94. Segunda opção de composição estrutural da mesa confeccionada com *Pithecellobium racemosum* (Angelim-rajado)



Fonte: da pesquisa

Figura 95. Terceira opção de composição estrutural da mesa confeccionada com *Pithecellobium racemosum* (Angelim-rajado)



Fonte: da pesquisa

Figura 96. Quarta opção de composição estrutural da mesa confeccionada com *Pithecellobium racemosum* (Angelim-rajado)



Fonte: da pesquisa

#### 4.5 COMPORTAMENTO DAS MADEIRAS NA CONFECÇÃO DOS PRODUTOS (TRABALHABILIDADE)

Neste tópico serão expostos os resultados obtidos quanto a trabalhabilidade das madeiras por meio da observação do desempenho das mesmas durante os processos de usinagem utilizados na confecção dos móveis.

##### A) Produto 1: mesa de centro “ripada”

- *Trattinnickia burserifolia* (amescla)

O processo de corte em serra circular apresentou fácil execução, obtendo superfície e arestas majoritariamente excelentes, sem a presença considerável de defeitos em sua grande maioria. Nos cortes transversais, com destaque ao de meia-esquadria (45°), foi notado pontualmente a presença de arrepiamento fibroso nas arestas em algumas peças, os quais foram facilmente corrigidos com lixamento, não afetando o uso das mesmas no produto.

Figura 97. Alguns defeitos percebidos no processo de corte das peças de *Trattinnickia Burserifolia* (Amescla)



Fonte: da pesquisa

Figura 98. Superfícies com bom acabamento no processo de corte das peças de *Trattinnickia Burserifolia* (Amescla)



Fonte: da pesquisa

O aplainamento apresentou fácil execução, obtendo superfícies regulares à boa, observando-se uma tendência ao aparecimento de áreas com superfície felpuda de grau leve a médio.

Figura 99. Superfície com defeito no processo com plaina das peças *Trattinnickia Burserifolia* (Amescla)



Fonte: da pesquisa

Os rasgos com broca foram executadas com facilidade, apresentando forma e arestas excelentes, sem a presença considerável de defeitos. Os leves e pontuais arrepiamentos de fibra (grau baixo) que apareceram não afetaram significativamente as arestas.

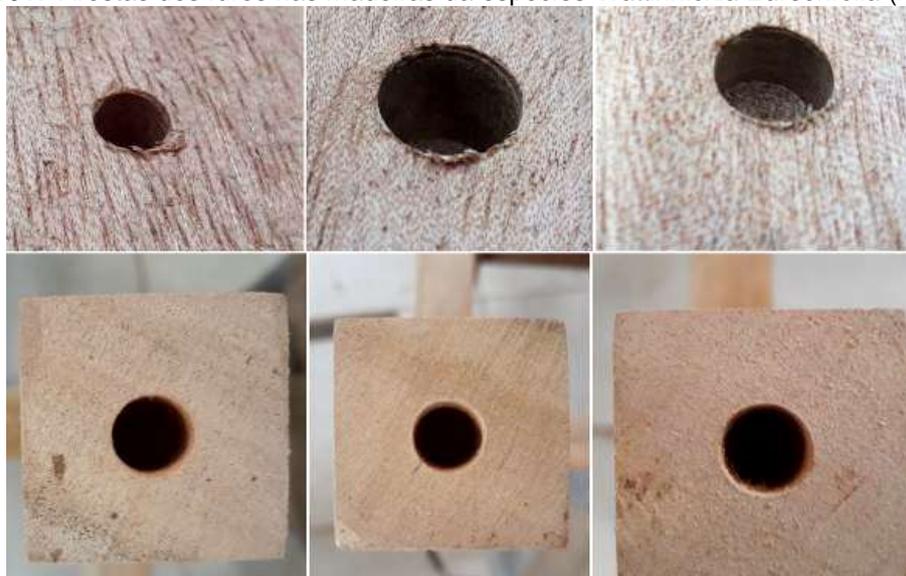
Figura 100. Arestas dos rasgos as madeiras da espécies *Trattinnickia Burserifolia* (Amescla)



Fonte: da pesquisa

Observou-se resultados **próximos** no processo de furação individual, porém, foi classificada como boa a excelente por apresentar mais recorrentemente leve arrepiamento nas arestas.

Figura 101. Arestas dos furos nas madeiras da espécie *Trattinnickia Burserifolia* (Amescla)



Fonte: da pesquisa

Apresentou um fácil processo de aparafusamento, sendo possível inserir o parafuso manualmente com certa facilidade (dependendo da espessura do parafuso), elevando a dificuldade do torque conforme a profundidade aumenta. Porém, aconselha-se a realização de uma perfuração prévia a fim de evitar possíveis defeitos e facilitar o processo.

Figura 102. Parafusos inseridos na madeira *Trattinnickia Burserifolia* (Amescla)



Fonte: da pesquisa

Com relação ao lixamento, não apresentou dificuldades na execução do processo, promovendo um fácil desbaste da superfície. Exibiu um bom acabamento superficial final. Tendo em vista os defeitos na superfície que apareceram no processo de aplainamento, tal processo de acabamento demandou maior atenção e esforço no lixamento para atingir superfícies lisas.

Quadro 16. Análise da trabalhabilidade da madeira Breu-Branco/Amescla nos processos de fabricação do móvel

<b>MADEIRA: AMESCLÃO / BREU BRANCO</b>		
<b>P. DE FABRICAÇÃO</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>SERRA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL EXCELENTE
<b>PLAINA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL REGULAR A BOA
<b>FURO</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL BOA A EXCELENTE
<b>RASGO</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL EXCELENTE
<b>PREGO</b>	PROCESSAMENTO FENDILHAMENTO	FÁCIL NÃO APRESENTOU TENDENCIA
<b>PARAFUSO</b>	PROCESSAMENTO	FÁCIL (possível inserir parafuso manualmente*) Sugere-se pré-furação
<b>LIXA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL EXCELENTE
* facilidade de inserir parafuso manualmente tende a variar de acordo com a espessura e comprimento do parafuso.		

Fonte: da pesquisa

Na aplicação de adesivo PVA (cola branca) para reforçar e fixar o encaixe na perna da mesa, a colagem apresentou resultado positivo, não exibindo tendência ao descolamento.

Nas peças aplainadas que apresentaram superfície felpuda, o acabamento foi realizado sem grandes dificuldades de desgaste por meio do lixamento, porém, por apresentar tais arrepiamentos mais recorrentes, foi necessária uma atenção maior no acabamento com lixa, demandando um pouco mais de tempo e esforço para correção dessas superfícies.

Com relação ao resultado final no produto, apresentou um excelente acabamento, com aspecto moderadamente lustroso após aplicação de cera, sendo destacados seus tons e desenhos.

Os resultados observados quanto a trabalhabilidade da madeira *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) por Loureiro *et al.*(1997), corresponderam a processamento regular a fácil nos processos de lixamento, aplanamento, lixa e broca, sendo classificada como regular a excelente quanto ao acabamento. Já os resultados descritos em INPA/CPPF(1993), classificaram o processo de aplainamento, serra e furação como excelentes, gerando superfícies lisas nos dois primeiros e

destacando o aparecimento de esmagamento e superfície felpuda no último processo. Com relação ao esmagamento, tal defeito não foi percebido durante o processo de furação. Percebeu-se que, no geral, os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram-se condizentes com observações feitas pelos autores consultados.

- ***Ochroma pyramidale* (cav.) Urb. (pau-de-balsa)**

O processo de corte apresentou acabamento entre bom e excelente nas arestas, exibindo leves e pontuais arrepiamentos fibrosos quando cortada transversalmente e com menor frequência e menor grau nos cortes longitudinais, considerados ínfimos. Tais defeitos foram facilmente corrigidos com lixamento rápido utilizando lixa fina de acabamento. Assim, sugere-se que tal processo seja feito a fim de corrigir, evitar o aparecimento de tais arrepiamentos e dar acabamento nas arestas.

Figura 103. Arestas de corte de algumas peças bem avaliadas da espécie *Ochroma Pyramidale*



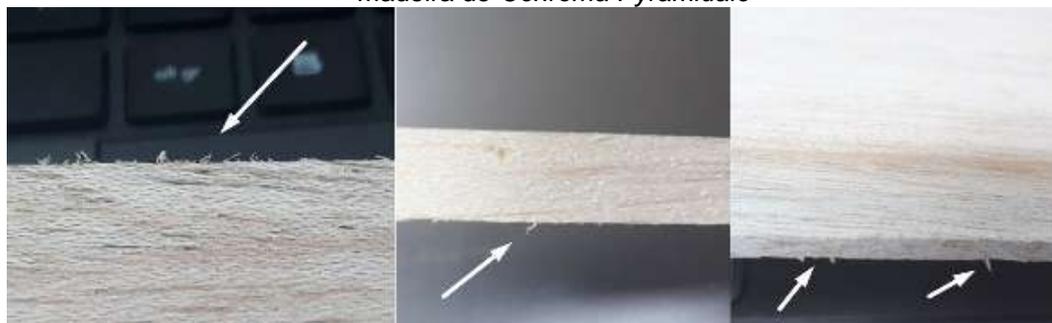
Fonte: da pesquisa

Figura 104. Pontuais arrepiamentos de fibra nos cortes transversais em algumas peças de madeira da espécie *Ochroma Pyramidale*



Fonte: da pesquisa

Figura 105. Pontuais arrepiamentos de fibra nos cortes longitudinais em algumas peças da madeira de *Ochroma Pyramidale*



Fonte: da pesquisa

O processo de aplainamento apresentou facilidade de ser executado, exibindo superfícies com excelente acabamento. Além disso, apresentou leve tendência ao aparecimento de superfície felpuda nas laterais das peças (face radial), porém exibiu no geral boas superfícies, sendo facilmente corrigidas com lixamento.

Figura 106. Faces laterais das peças de madeira de *Ochroma Pyramidale*; a última foto exibe uma superfície felpuda



Fonte: da pesquisa

Quanto ao processo de furação, apresentou grande facilidade na execução dos furos. Com relação ao acabamento superficial dos furos, apresentou pontuais furos com leves arrepios nas arestas de corte.

Figura 107. Arestas derivadas do processo de furação das peças de madeira de *Ochroma Pyramidale*



Fonte: da pesquisa

No aparafusamento, não apresentou dificuldades de execução, sendo possível inserir o parafuso manualmente com certa facilidade, elevando a dificuldade do torque conforme a profundidade aumenta e dependendo da espessura do parafuso. Porém, aconselha-se a realização de uma perfuração prévia a fim de evitar possíveis defeitos e facilitar o processo.

Figura 108. Aparafusamento das peças de madeira de *Ochroma Pyramidale*



Fonte: da pesquisa

No que diz respeito ao lixamento, o fácil desbaste da superfície facilitou a execução do processo, não apresentando dificuldades em sua execução. Com relação ao acabamento, apresentou uma excelente superfície, não ocasionando defeitos consideráveis durante o processo.

Quadro 17. Análise da trabalhabilidade da madeira *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) nos processos de fabricação do móvel

<b>MADEIRA: PAU-DE-BALSA</b>		
<b>P. DE FABRICAÇÃO</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>SERRA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL BOA A EXCELENTE
<b>PLAINA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL BOA A EXCELENTE
<b>FURO</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL BOA A EXCELENTE
<b>PARAFUSO</b>	PROCESSAMENTO	FÁCIL (possível inserir parafuso manualmente*) Sugere-se pré-furação
<b>PREGO</b>	PROCESSAMENTO FENDILHAMENTO	FÁCIL NÃO APRESENTOU TENDENCIA
<b>LIXA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	FÁCIL EXCELENTE

\* facilidade de inserir parafuso manualmente tende a variar de acordo com a espessura e comprimento do parafuso.

Fonte: da pesquisa

Apresentou uma boa fixação por colagem, mantendo os encaixes 45° bem fixos nos encontros entre as ripas. Exibiu também bom acabamento na superfície das peças.

Apesar de não ter apresentando tendência ao aparecimento de arranhões ou superfície felpuda durante o processo de lixamento, por ser uma madeira com densidade muito baixa, apresentou facilidade de adquirir marcas na superfície, como leve afundamento da área afetada durante o manuseio das peças em decorrência de impactos com objetos pontiagudos, demandando um cuidado maior para evitar retrabalho.

Vale ressaltar que a superfície é facilmente desgastada durante o lixamento, sendo necessário um cuidado durante o processo para que as dimensões das peças não sejam demasiadamente alteradas.

## **B) Produto 2: Mesa De Centro “Degradê”**

- ***Diplotropis racemosa amsh.* (sucupira-preta)**

A madeira apresenta moderada dificuldade quanto aos processos de aplainamento, tanto na desempenadeira quanto na desgrossadeira. Isso possivelmente ocorre pela madeira ser de alta densidade, criando moderada resistência ao corte, solicitando uma alimentação ligeiramente mais lenta na máquina. Quanto a superfície, apresentou um acabamento excelente.

Figura 109. Superfícies aplainadas de madeiras da espécie *Diplotropis Racemosa*



Fonte: da pesquisa

Defeitos na superfície aplainada ocorreram com frequência somente nas áreas da madeira com nós, área esta considerada defeituosa nas

madeiras serradas por normalmente gerar o aparecimento de defeitos. Dentre os defeitos, foi notada a presença de superfície felpuda e arrancamento leve a médio de material lenhoso. Apesar disso, todas as peças foram aproveitadas e grande parte dos arrancamentos corrigidos com lixamento.

Figura 110. Superfície aplainada nas áreas com nós na madeira *Diploptropis Racemosa*



Fonte: da pesquisa

A madeira apresentou moderada dificuldade quanto aos processos de corte. Acerca da superfície, apresentou, no geral, excelente acabamento, notando-se próximo a aresta de cortes transversais a pontual presença de levantamento das fibras (farpas) e desprendimento fibroso (superfície lascada).

No sentido do comprimento da peça (longitudinal), foi notada a presença pontual de farpas por conta do levantamento de fibras, afetando levemente o acabamento da aresta. Nas vezes onde tal defeito se apresentou, não ocorreu seu total desprendimento. Nas que apresentaram potencial para esse desprendimento e com tamanho suficiente para impactar na forma da aresta, foi utilizado o processo de colagem com adesivo instantâneo na madeira sobre a área afetada a fim de reforçar a fixação do elemento fibroso. A vantagem da utilização desse produto é a rapidez do seu tempo de cura. Tal método se mostrou efetivo, não impactando negativamente no acabamento com a lixa.

Figura 111. Defeitos no corte de peças de madeira da espécie *Diploptropis Racemosa*; as três primeiras fotos referem-se aos defeitos no corte transversal; a última foto exibe o defeito referente ao corte no sentido do comprimento da peça



Fonte: da pesquisa

Além disso, foi observado que o arrepimento ou levantamento fibroso, mesmo não aparecendo após o corte, pode vir a se fazer presente durante o manuseio da peça de madeira. Logo, sugere-se que não sejam utilizadas arestas retas ( $90^\circ$ ) no produto sem um leve desbaste, sendo indicado o lixamento das mesmas a fim de deixá-las levemente arredondadas, prevenindo o aparecimento do arrepimento ou desprendimento das fibras (farpas). Tal processo mostrou-se efetivo no combate a este defeito, colaborando também no acabamento lateral das peças.

Ainda com relação ao corte, em uma peça foi notado o escurecimento dessa face de corte devido a queima durante o processo. Assim, sugere-se um cuidado maior quanto ao avanço das peças contra a serra para que tal defeito não ocorra.

Figura 112. Peça com superfície transversal queimada e não queimada



Fonte: da pesquisa

O processo de furação é regular, apresentando uma moderada resistência durante a penetração da broca na peça, sendo potencialmente influenciada por sua alta densidade. Referente à superfície do furo, a madeira apresenta um bom delineamento da forma arredondada e excelente acabamento, apresentando leve e pontual aspecto levemente arrepiado em alguns furos, sendo facilmente corrigidos com lixamento.

Figura 113. Arestas dos furos em algumas peças de madeira da espécie *Diplotropis Racemosa*



Fonte: da pesquisa

Com relação ao grau de facilidade e acabamento na confecção dos rasgos, tal processo apresentou características similares ao processo de furação.

Figura 114. Arestas dos rasgos em algumas peças de madeira da espécie *Diplotropis Racemosa*



Fonte: da pesquisa

Na etapa de acabamento do produto durante o lixamento, foi verificado que esses defeitos apresentados na aresta de corte podem ser corrigidos ou disfarçados, colaborando para o melhor acabamento das arestas das peças.

A madeira apresentou resistência à penetração dos pregos, classificada como regular, indicando-se a pré-furação por ter sido notada tendência ao aparecimento de rachaduras, ou seja, fendilhamento. Tal

resistência tem ligação com a densidade da madeira, já que normalmente madeiras mais densas tendem a apresentar maior dureza superficial (MADY, 2000).

Figura 115. Trincas por prego em algumas peças de madeira da espécie *Diplotropis Racemosa*



Fonte: da pesquisa

Com relação a introdução de parafusos, necessitou de pré-furação por conta da dureza e para proporcionar melhor acabamento, facilitando o processo de aparafusamento, além evitar o aparecimento de defeitos.

Figura 116. Superfície com e sem pré-furação na fixação de parafuso na madeira da espécie *Diplotropis Racemosa*



Fonte: da pesquisa

No processo de lixamento, apresentou facilidade regular quanto ao desbaste da superfície. A qualidade da superfície ao final da graduação de lixas foi classificada como excelente por não ter apresentado defeitos como riscamento ou superfície felpuda.

Quadro 18. Análise da trabalhabilidade da madeira *Diploptropis racemosa* (Sucupira-preta) nos processos de fabricação do móvel

<b>MADEIRA: SUCUPIRA-PRETA</b>		
<b>P. DE FABRICAÇÃO</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>SERRA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	REGULAR EXCELENTE
<b>PLAINA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	REGULAR EXCELENTE
<b>FURO</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	REGULAR EXCELENTE
<b>RASGO</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	REGULAR BOM
<b>PREGO</b>	PROCESSAMENTO FENDILHAMENTO	REGULAR APRESENTA TENDENCIA Exige pré-furação
<b>PARAFUSO</b>	PROCESSAMENTO	REGULAR Exige pré-furação
<b>LIXA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	REGULAR EXCELENTE

Fonte: da pesquisa

Nas partes coladas do produto, o desempenho de colagem com Adesivo PVA demonstrou-se efetivo no reforço dos encaixes espigados das pernas, nas peças do tampo (reforçados com prego) e na colagem das peças separadoras entre tampo e a perna.

Nas pequenas e pontuais rachaduras assim como nos pequenos orifícios deixados pelos pregos na superfície do tampo, foi realizado o emassamento com a mistura de cola instantânea e serragem fina da mesma madeira. O acabamento foi feito com lixa e apresentou um ótimo resultado.

Figura 117. Processo de emassamento para acabamento da superfície a área de inserção dos pregos e resultado final atingido após o acabamento final com lixa e cera



Fonte: da pesquisa

O acabamento final do produto foi feito com cera de carnaúba incolor, destacando as figuras e cores da madeira, elementos de grande apelo estético.

### C) Produto 3: mesa de centro rajada

- ***Pithecelobium racemosum* ducke (angelim-rajado)**

O processo de aplainamento foi classificado como regular, demandando um esforço para execução do corte devido a dureza da madeira, exigindo uma alimentação mais lenta na máquina. A qualidade da superfície é excelente, não apresentando defeitos consideráveis

Figura 118. Superfícies aplainadas na madeira da espécie *Pithecelobium Racemosum* (Angelim-Rajado)



Fonte: da pesquisa

Com relação ao processo de corte em serra, foi classificado como regular por ter oferecido moderada resistência. A qualidade da superfície é classificada no geral como excelente. Pontualmente podem ocorrer defeitos como levantamento de fibras (farpas) e desprendimento fibrosos (lascas) próximas a aresta de cortes transversais (cortes de topo). Nos longitudinais (comprimento da peça), o levantamento de fibra foi pontualmente observado, apresentando mínima frequência. Tais defeitos foram corrigidos com lixamento. É indicado o leve arredondamento das arestas a fim de evitar o aparecimento de tais defeitos durante o processo ou no manuseio do produto final.

Figura 119. Alguns defeitos observados no processo de corte madeira da espécie *Pithecelobium Racemosum* (Angelim-Rajado)



Fonte: da pesquisa

Com relação a confecção de rasgos com broca, o processamento foi classificado como regular, apresentando queima da madeira durante o processo, o que exigiu que a broca fosse recuada para evitar o superaquecimento da mesma. A superfície foi classificada como boa por apresentar bom delineamento das arestas, porém foi notado leve aspecto felpudo, sendo este facilmente corrigido passando uma lâmina ou lixa.

Figura 120. Rasgos confeccionados nas peças de *Pithecelobium Racemosum* (Angelim-Rajado) com a indicação de defeitos observados nas arestas



Fonte: da pesquisa

A respeito ao processo de furação, apresentou resultados similares ao do processo de rasgo. Contudo, os furos realizados na face transversal apresentam excelente acabamento.

Figura 121. Furos realizados nas peças de *Pithecelobium Racemosum* (Angelim-Rajado)



Fonte: da pesquisa

Na aplicação de parafusos é necessária a realização de pré-furo, pois a superfície da madeira é dura.

O lixamento foi classificado como difícil, tendo em vista o desgaste mais lento da superfície, demandando um esforço maior. Já com relação ao acabamento superficial é classificada como excelente, oferecendo leve efeito lustroso e superfície lisa.

Apresenta resistência a penetração de parafusos, classificada como difícil, exigindo pré-furação.

Pontualmente, nas áreas arredondadas na parte inferior dos pés do produto foi notado o aparecimento de marcas de queima durante o processo de lixamento na Tupia de bancada com cabeçote lixador, ocasionado pelo forte atrito por meio do avanço da peça contra a lixa grossa de granulação 60.

Para reduzir a possibilidade do aparecimento de tal defeito em peças dessa mesma condição, foi feito o avanço gradual e aplicação de pouca força no avanço da peça contra lixas grossas, evitando o contato contínuo.

A correção de tal defeito por meio de lixamento manual demandou um esforço maior, sendo dificultoso retirar o aspecto de queima.

Quadro 19. Desempenho da trabalhabilidade da madeira *Pithecelobium racemosum* Ducke. (Angelim-rajado) nos processos de fabricação do móvel

<b>MADEIRA: ANGELIM-RAJADO</b>		
<b>P. DE FABRICAÇÃO</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>SERRA</b>	PROCESSAMENTO	REGULAR
	SUPERFÍCIE	EXCELENTE
<b>PLAINA</b>	PROCESSAMENTO	REGULAR
	SUPERFÍCIE	EXCELENTE
<b>FURO</b>	PROCESSAMENTO	REGULAR
	SUPERFÍCIE	BOM

<b>RASGO</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	REGULAR BOM
<b>LIXA</b>	PROCESSAMENTO SUPERFÍCIE	DIFÍCIL EXCELENTE
<b>PARAFUSO</b>	PROCESSAMENTO	DIFÍCIL Exige pré-furação

Fonte: da pesquisa

A confecção do tampo da mesa foi feita por meio de colagem de peças, resultando em um painel amadeirado. Obteve-se ótimo resultado na colagem, não apresentando tendência ao descolamento ou aparecimento de frestas.

Foram utilizadas peças com presença de pequenas rachaduras e pontuais formações de nós, mas estes defeitos não impactaram negativamente no resultado final. Com relação aos nós, o processo de lixamento deixou a superfície com ótimo acabamento. As rachaduras foram emassadas com uma mistura da cola instantânea e serragem fina da madeira, corrigindo as imperfeições e proporcionando um aspecto natural.

Com relação aos resultados descritos em INPA/CPPF (1991), a madeira de Angelim-Rajado apresentou os seguintes resultados em algumas operações de usinagem:

Moderadamente fácil de serrar e aplainar sendo indicado uma operação de pré-furação para inserção de pregos e parafusos. Tais resultados vão de encontro às obseções realizadas nesta pesquisa. Além disso, foi descrito que ao serrar, o aparecimento de rachaduras foi um defeito predominante, assim como no processo de aplainamento ocorreram predominantemente lascas, esmagamento e superfície felpuda. Em comparação com as superfícies das amostras utilizadas na confecção dos produtos, tais defeitos não foram observados. No processo de corte com serra, o que se destacou nesta pesquisa foi a presença pontual de lascas após o corte transversal com serra circular.

Com relação ao processo de furação, foi classificada predominantemente como de moderada facilidade, tendendo ao aparecimento de levantamento fibroso, esmagamento e arrancamento. O desempenho no processo mostrou-se similar aos resultados observados nesta pesquisa, porém, com relação aos defeitos, foi notada apenas o

levanto fibroso, não apresentando esmagamento ou arrancamento neste processo.

#### 4.6 OBSERVAÇÕES ADICIONAIS

##### 4.6.1 QUANTO AOS PROCESSOS NA CONFECÇÃO DOS PRODUTOS

Nesta pesquisa, a relação entre a trabalhabilidade e a densidade da madeira foi observada nos resultados obtidos quanto a facilidade de execução dos processos de fabricação dos produtos, onde os móveis com as madeiras de alta densidade apresentaram menor facilidade dos que as de menor densidade, tendo em vista que, conforme destaca Burger e Richter (1991) e Cunha e Teixeira (2015), madeiras de alta densidade apresentam maior dureza e conseqüente menor facilidade quanto a trabalhabilidade.

No geral, as madeiras de alta densidade *Pithecelobium racemosum* (Angelim-rajado) e *Diploptropis racemosa* Amsh (sucupira-preta), apresentaram classificação predominantemente regular na execução dos processos de fabricação, demandando maior esforço para os maquinários e operadores das mesmas.

Já as madeiras que apresentaram menor densidade, *Trattinnickia burserifolia* (amescla) classificada como de média densidade mas com resultado muito próximo a classe de baixa densidade, e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) classificada como de baixa densidade, não apresentaram dificuldades quanto aos processos de usinagem, sendo classificados como de fácil execução.

Quadro 20. Processos de usinagem e suas classificações gerais por espécie

DENSIDADE	ALTA 0,81 g/cm <sup>3</sup>	ALTA 0,79 g/cm <sup>3</sup>	MÉDIA 0,51 g/cm <sup>3</sup>	BAIXA 0,28 g/cm <sup>3</sup>
ESPÉCIE	Angelim-rajado	Sucupira-preta	Amescla	Pau-de-balsa
PROCESSOS TOTAIS	6	7	7	6
CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS	Regular (4) Difícil (2)	Regular (7)	Fácil (7)	Fácil (6)

OBS: O número entre parênteses refere-se a quantidade de processos com essa classificação. Classificação da densidade segundo Coradin e Muniz (1991)

Fonte: da pesquisa

Destacando-se aqui o acabamento das superfícies por meio do lixamento, a relação entre a facilidade da usinagem e a densidade pôde ser observada no processo de lixamento no que tange a facilidade de execução do processo para o desbaste da superfície, objetivando tanto a correção de defeitos quanto o acabamento das peças na confecção dos móveis, sendo o acabamento essencial para uma superfície plana e lisa nos produtos.

Com isso, no que diz respeito à facilidade de execução do lixamento, as madeiras de menor densidade pau-de-balsa seguida da madeira de Amescla. Vale ressaltar que a madeira pau-de-balsa, a que detém menor densidade, apresentou maior facilidade no desgaste da superfície da madeira. Já as madeiras de alta densidade demandaram um esforço maior na execução do lixamento. Ao final do processo de lixamento, destaca-se que todas as madeiras apresentaram resultados satisfatórios quanto ao acabamento final dos produtos.

Vale destacar que as arestas das peças de todas as madeiras no produto final passaram por um processo de lixamento para o leve arredondamento das mesmas a fim de corrigir, dar acabamento e evitar o aparecimento de defeitos.

Sobre isso, nas arestas derivadas do corte no sentido do comprimento da peças de madeira (longitudinal) da espécie sucupira-preta apresentou leve tendência ao levantamento fibroso em forma de farpas, sendo tal defeito com pontual e pouca ocorrência na de Angelim-Rajado. Já no corte transversal, tais madeiras apresentaram levantamento fibroso (farpas) ocasionando desprendimento das mesmas, passando a apresentar em tais pontos superfície com pequenas lascas. Tais manifestações podem ter sido ocasionadas por conta do aspecto (textura) fibrosa acentuado de tais madeiras.

Nas madeiras de amescla e pau-de-balsa, nas arestas do corte transversal, apresentaram pontuais arrepiamentos de fibra. Nas arestas no sentido do comprimento das fibras das peças de madeira (longitudinal) a madeira pau-de-balsa apresentou leves arrepiamentos, sendo estes insignificantes na de amescla/breu-branco.

#### 4.6.2 QUANTO A PRÉ-FURAÇÃO DAS PEÇAS DOS PRODUTOS PARA INSERÇÃO DE PARAFUSOS

Com relação à indicação de pré-furação das peças de madeira, apesar de nesta pesquisa ser indicada a realização do mesmo antes de serem inseridos pregos ou parafusos a fim reduzir a chance de aparecimento de defeitos e facilita a inserção na madeira, foi observado que nas madeiras de alta densidade desse estudo, *Pithecelobium racemosum* (Angelim-Rajado) e *Diploptropis racemosa* Amsh (Sucupira-Preta), tal procedimento se faz necessário por apresentarem dificuldades quanto a colocação sem esse pré-processo. Conforme cita Mady (2000), madeiras com densidade elevada geralmente irão requerer pré-furação, pois apresentarem elevada dureza por conta da alta densidade.

Já nas madeiras das espécies menos densas, *Trattinnickia burserifolia* (amescla) e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa), foi verificada durante a montagem dos móveis que as mesmas aceitam aparafusamento manual, onde a dificuldade de inserção apresentou ligação com a espessura do parafuso e a profundidade que será inserido, ou seja, quanto maior a espessura do parafuso e maior a profundidade que ele deverá ser inserido, o procedimento passa a aumentar a exigência de esforço para a pessoa. Apesar de tal possibilidade manual, no processo de construção dos componentes do produto que utilizou tais espécies, foi utilizada a pré-furação para evitar possíveis defeitos, assim como para facilitar a introdução dos parafusos.

#### 4.6.3 QUALIDADE DAS SUPERFÍCIES NOS PROCESSOS DE CONFECÇÃO DOS PRODUTOS

Com relação à qualidade da superfície resultantes dos processos, as madeiras de alta densidade *Pithecelobium racemosum* (Angelim-rajado) e *Diploptropis racemosa* Amsh (sucupira-preta) apresentaram superfícies com classificação entre *boa* e *excelente* qualidade na superfície.

A de média densidade, *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) apresentou superfícies com variação classificatória entre *boa a excelente* e *excelente*, apresentando apenas uma regular a boa, sendo a única a receber classificação regular por conta dos defeitos com grau moderadamente mais forte em algumas peças aplainadas.

Já a espécie *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) apresentou classificação predominantemente entre *boa a excelente*.

Com isso, verificou-se que, no geral, todas as espécies atingiram resultados satisfatórios quanto à qualidade das superfícies após os processos, colaborando para o alcance de acabamento do produto final.

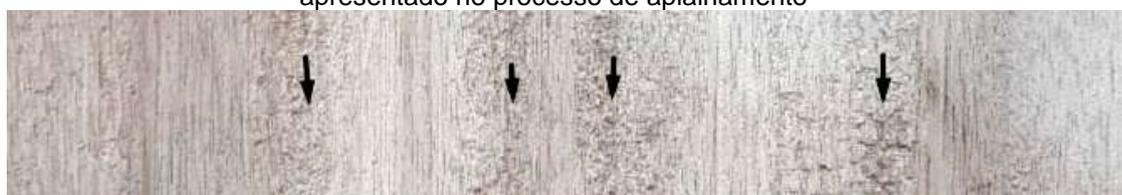
Quadro 21. Classificações quanto a qualidade das superfícies da espécies nos processos

DENSIDADE	ALTA 0,81 g/cm <sup>3</sup>	ALTA 0,79 g/cm <sup>3</sup>	MÉDIA 0,51 g/cm <sup>3</sup>	BAIXA 0,28 g/cm <sup>3</sup>
ESPÉCIE	Angelim-rajado	Sucupira-preta	Amescla	Pau-de-balsa
CLASSIFICAÇÃO DAS SUPERFÍCIE	Excelente (3) Boa (2)	Excelente (4) Boa (1)	Excelente (3) Boa a excelente (1) Regular a boa (1)	Excelente (1) Boa a excelente (3)
OBS: O número entre parênteses refere-se a quantidade de processos com essa classificação				
OBS: Classificação da densidade segundo Coradin e Muniz (1991)				

Fonte: da pesquisa

Vale destacar que dentre as espécies, o defeito mais considerável foi observado na espécie *Trattinnickia burserifolia* (amescla) no processo de aplainamento (figura 122), apresentando superfície felpuda em algumas peças, variando entre o grau 2 e com menos frequência o grau 3, conforme ilustrado nas imagens presente na norma ASTM D1666-11, sendo observada a relação com a grã de tal madeira, que apresenta grã revessa ou entrecruzada.

Figura 122. Principal defeito observado na espécie *Trattinnickia burserifolia* (amescla) apresentado no processo de aplainamento



Fonte: da pesquisa

Sobre isso, Carvalho (2006) destaca que as grãs irregulares apresentam variações na inclinação em relação ao eixo principal do fuste da árvore ou de peças de madeira. Tais irregularidades tendem a dificultar a obtenção de superfícies isentas de defeitos, principalmente nas aplainadas (JUNIOR, 2009).

Mas, vale destacar que por apresentar facilidade no lixamento, a superfície foi corrigida sem dificuldades. Ainda sim, o aparecimento de tal defeito é um ponto negativo por demandar maior esforço no lixamento para corrigir a superfície, sendo desejável que a madeira exiba um bom acabamento ao final do desbaste, dispensando tal correção, focando apenas no acabamento.

#### *4.6.4 USO DE PEÇAS COM NÓS E RACHADURAS NOS PRODUTOS*

Na confecção do tampo da mesa com a espécie Sucupira-preta, optou-se por também utilizar peças de madeira geralmente descartadas por conta da presença de nós, sendo importante destacar que os nós nas amostras utilizadas para confecção dos móveis não apresentaram tendência ao desprendimento.

No processo de aplainamento na zona do nó, apresentou superfície com partes arrancadas e felpuda, com grau acentuado de imperfeição em alguns pontos. Para áreas com depressões e arrepios pouco marcados, a utilização do processo de lixamento os corrigiu, porém, demandando um esforço maior do que nas demais áreas. Indo de encontro a tais observações, Souza et al. (2009) destaca que a presença de nós na superfície das peças de madeira afeta a usinagem e a aplicação de acabamento.

Destaca-se que utilização de peças de madeira com nós na confecção do tampo conferiu as peças um apelo estético por conta do desenho que este gera na superfície (figura 124). Logo, quando o objetivo é ressaltar a estética da madeira por meio da sua figura e quando não é solicitado da peça uma grande resistência à aplicação de força, a utilização

dos nós se demonstrou favorável, sendo aceitável a presença de pequenos arrancamentos próximo na superfície dos mesmos caso o produto almeje um aspecto mais natural quanto aos detalhes da madeira, exibindo um estilo rústico.

Figura 123. Peça com nó aproveitada no tampo da mesa, exibindo acabamento satisfatório e apelo estético por conta da figura formada. Primeira imagem sem acabamento; segunda imagem com acabamento no produto final



Fonte: da pesquisa

Vale destacar que as peças de *Pithecelobium racemosum* (Angelim-Rajado) que apresentaram pequenas rachaduras não prejudicaram a estética do componente do produto (tampo). Além disso, ressalta-se que as mesmas foram facilmente corrigidas com massa de madeira confeccionada com cola e serragem fina da própria madeira (Figura 125). Porém, poderiam ser utilizadas no produto sem a necessidade de correção, onde tal escolha dependerá do conceito/estilo do produto.

Figura 124. Peças com trinca utilizada no tampo do produto; peça com defeito imperceptível no produto final após correção com massa feita com o pó da madeira e cola PVA extra-forte



Fonte: da pesquisa

#### 4.6.5 ASPECTO ESTÉTICO E TÁTIL

A respeito das características gerais da madeira com foco na cor e na figura, foi possível tecer observações acerca do desempenho estético nos produtos. Sobre a importância da cor, Bonfatti Junior e Lengowski (2018) destacam que dentre as características das madeiras, a cor é um fator importante de ser considerado, já que influencia diretamente seu aspecto visual e, conseqüente, sua comercialização tendo em vista as demandas do mercado e as exigências do consumidor final.

Na produção da mesa de centro Ripada, foi utilizada uma mescla entre a madeira *Trattinnickia burserifolia* (amescla) e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa), sendo observado que, por apresentarem em sua coloração tons rosados, foi possível utilizar ambas as espécies no mesmo produto mantendo um aspecto cromático harmônico (figura 126).

Figura 125. Aproximação entre os tons rosados apresentados pela madeira de Amescla e Pau-de-Balsa no produto final



Fonte: da pesquisa

Para a espécie *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa), o ponto de destaque quanto ao seu uso no projeto do móvel foi à possibilidade da criação de degradês na superfície ripada do produto, por conta da variação de tons que a madeira apresentou (Figura 126-A).

Sobre tal variação, foi observado que as peças de madeira apresentaram cor bege-esbranquiçado com áreas possuindo manchas de tom rosado, além de também apresentar variação de cor para o castanho claro rosado ou avermelhado.

A cor mais bege-acastanhada com toque rosado é referente ao cerne da madeira e as partes mais esbranquiçadas com machas entre tons bege acinzentado ou rosado referem-se ao alburno (LOUREIRO E SILVA, 1968)

Além disso, destacaram-se os elementos que compuseram a figura da madeira, sendo eles pequenos riscos lineares mais escuros e manchas em forma de faixas irregulares de espessura variada que se fazem percebidas pela variação de tons, porém sem contraste muito elevado(Figura 126 B).

Figura 126. Variação cromática exibida pela madeira de pau-de-balsa



Fonte: da pesquisa

Com relação a *trattinnickia burserifolia* (amescla), foram utilizadas peças de madeira de cor predominante bege-rosado, com variação para o castanho-claro-rosado, sendo a primeira em maior quantidade (Figura 127). Assim, foram escolhidas para utilização no produto peças que apresentaram as duas cores que a espécie pode exibir, sendo que essa implementação resultou em peças com cores diferentes, apresentando contraste entre os mesmos, porém, não afetando a estética do produto quanto a composição cromática.

As peças de madeira apresentaram também superfícies com figura composta por manchas de comprimento e espessura variada, apresentando formato de V em algumas áreas, visualizadas por meio de variação cromáticas para tons levemente mais escurecidos, atribuindo as peças elemento estético mais discreto.

Figura 127. Variações cromática apresentada pela espécie *trattinnickia burserifolia* (amescla) nas peças utilizadas para confecção do móvel



Fonte: da pesquisa

Com relação a variação de cor mais evidente entre as peças de madeira, destaca-se que, no projeto de design de produto, de acordo com o requisito do produto quanto à composição cromática, deve-se levar em consideração na hora de selecionar as peças de madeira para confecção do produto, as possíveis diferenças de cor e tom das peças de madeiras tanto da mesma espécie quanto de espécies diferentes que serão combinadas.

Com relação a espécie *Diptotropis racemosa* Amsl (Sucupira-Preta), a mesma apresentou como característica visual principal a figura composta por elementos em forma de riscos, castanho-claro que contraste com a cor de fundo amarronzada da madeira, sendo que tais elementos proporcionaram ao móvel elementos visuais evidentes em todas as faces com componentes do produto. Destaca-se aqui a figura também presente em alguns pontos as superfícies, sob a forma de longas linhas ou faixas de espessura distintas com tom castanho-amarelado (figura 132), destacadas no tampo da mesa, agregando apelo estético a tal componente por conta do desenho e contraste com o fundo marrom.

Figura 128. Características visuais da espécie sucupira-preta



Fonte: da pesquisa

A espécie Angelim-rajado foi a que apresentou maior destaque quanto a cor e figura, exibindo elevado contraste entre base amarelada e os veios marrons irregulares, sendo a espécie com maior apelo estético dentre as utilizadas neste estudo, valorizando visualmente todas as peças do produto por conta do seu desenho característico que se destaca por conta da composição visual e contraste entre as cores, conferindo a madeira uma beleza ímpar.

Figura 129. Aspecto estético da espécie angelim-rajado



Fonte: da pesquisa

Baxter (2011) destaca que a percepção humana é amplamente guiada visão, assim a atratividade inicial de um produto durante o primeiro contato com o usuário está intimamente conectada com seu aspecto visual. Assim, os elementos estéticos da madeira são importantes de serem considerados no projeto.

Logo, destaca-se que todas as espécies apresentaram elementos visuais que colaboraram com a estética dos componentes do produto por conta dos desenhos, contrastes e variação cromática, apresentando níveis diferentes de intensidade de acordo com a especificidade de cada espécie.

Além disso, foi possível verificar que tais características visuais vão de encontro ao ponto percebido na análise de similares, onde foi observado o uso de madeiras tanto com desenhos mais discretos quanto mais destacados, onde a escolha da estética vai estar ligada ao requisito do projeto de produto.

Como exemplo disso, as madeiras com figura com menos contraste, *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa), foram utilizadas no produto que apresentou elemento ripado que já se destacava por conta da sua composição estrutural. Já as madeiras das *Pithecelobium racemosum* (Angelim-Rajado) e *Diploptropis racemosa* Amsh (sucupira-preta) foram utilizados em produtos com elementos estruturais mais simples quanto a composição, possibilitando explorar as figuras da madeira sem sobrecarregar seu aspecto visual.

Além disso, ressalta-se que a linha de produtos apresenta uma variação cromática com a utilização de madeiras mais claras e escuras, ilustrando e valorizando a diversidade de cores disponíveis apresentadas pelas madeiras amazônicas. A respeito do aspecto tátil da superfície das peças, a madeira de Angelim-rajado e sucupira preta, apresentaram um aspecto de superfície com toque liso. Já as madeiras de Breu-Branco/Amescla e Pau de balsa, atribuíram ao produto um aspecto de superfície com toque levemente aveludado.

#### 4.6.6 QUANTO AO PESO DO PRODUTO

Com relação aos produtos, observou-se que a densidade da madeira deve ser levada em consideração tendo em vista o peso do produto, como foi considerada por vários autores mencionados anteriormente.

Com o desenvolvimento dos protótipos, foi observada a importância de se considerar a densidade das madeiras no projeto de produto a fim de

dimensionar e quantificar as peças de forma que o móvel não apresente um peso muito elevado que prejudique seu manuseio no ambiente.

Assim, na confecção de móveis com madeiras mais densas, principalmente os que tendem a ser mais reposicionados dentro da sala de estar, o designer deve atentar-se para a quantidade e dimensões das peças de madeira a fim de evitar produtos muito pesados, pois quanto mais densa, maior o peso da madeira.

Nesse contexto, caso o produto fique muito pesado, tende a perder praticidade quanto à locomoção e ergonomia quanto a exigência de força que demandará do usuário. Sobre os riscos, Ilda (2005) destaca que o manuseio de cargas, como empurrar ou levantar, é responsável por grande parte dos traumas musculares.

#### 4.2.3 OBSERVAÇÕES QUANTO A SUPERFÍCIE DA MADEIRA DURANTE O MANUSEIO DOS MÓVEIS

Durante os processo de fabricação e mediante o manuseio do produto final, foi possível observar algumas características de desempenho das madeiras associadas a resistência das mesmas no uso dos móveis desenvolvidos.

Foi observado que as madeiras das espécies de alta densidade Angelim-Rajado e Sucupira-preta, apresentaram uma superfície mais resistente a marcações na superfície em decorrência de impactos com objetos mais pontiagudos, que implicam na aplicação de força e leve esmagamento de em uma pequena área da superfície da madeira durante a batida. Assim, foi observado no móvel desenvolvido que tais madeiras podem ser utilizadas em componentes que demandem maior resistência quanto a marcas na superfície durante o manuseio.

Com relação a *trattinnickia burserifolia* (Amescla), de média densidade, mas com resultado muito próximo a classificação de baixa densidade, por meio do manuseio das peças e do produto finalizado observou-se que a madeira mostrou moderada susceptibilidade de adquirirem marcas na superfície em decorrência de impactos concentrados em pequenas áreas, ocorrendo o leve afundamento da superfície. Assim,

sugere-se um cuidado maior ao ser empregada em componentes que tendem a sofrer muitos impactos durante o manuseio.

Já a madeira pau-de-balsa, de baixa densidade, a respeito da aplicação em móveis, a mesma apresentou maior facilidade de receber marcações na superfície, sendo indicado o uso em peças que não receberão muitos impactos ou que não demandem de maior resistência ao aparecimento de riscos com pequenos afundamentos em decorrência de colisões com outros objetos que ocasionam a aplicação de força concentrada em pequenas áreas na superfície. Com isso, indica-se sua utilização em detalhes e subcomponentes nos produtos que não demandem muito manuseio, caso não seja utilizado um material secundário para proteger sua superfície, como o vidro.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos na caracterização física e trabalhabilidade na validação do uso das madeiras na confecção de móveis, verificou-se que as espécies *Pithecelobium racemosum* (Angelim-Rajado), *Diploptropis racemosa* Amsh (Sucupira-Preta), *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) apresentaram propriedades tecnológicas e viabilidade técnica apropriada para uso em projetos de design de produto de móveis. Porém, é importante que se seja levado em consideração suas especificidades para melhor aplicação e adequação nos projetos tendo em vista suas características individuais.

A partir dos valores da densidade básica, as espécies Angelim-Rajado e Sucupira-preta apresentaram alta densidade. Já as espécies Amescla e Pau-de-balsa foram classificadas como de média e baixa densidade, respectivamente.

Com relação ao coeficiente de anisotropia, as espécies Angelim-Rajado, Pau-de-balsa e Amescla apresentaram classificação *normal*, indicando a possibilidade de uso em móveis que permitam pequenas variações dimensionais. Já a espécie sucupira-preta foi classificada como *excelente*, indicando a boa qualidade dessa espécie quanto a estabilidade das peças de madeira, e conseqüentemente dos móveis confeccionados.

A respeito da usinagem, as madeiras Amescla e Pau-de-balsa, apresentaram *fácil* execução nos processos de fabricação em comparação com as madeiras de alta densidade, Angelim-rajado e sucupira-preta, que foram classificadas predominantemente como *regular*. Tais classificações são compatíveis com a densidade apresentada pelas madeiras e também demonstraram o desempenho positivo nos processos de usinagem para construção dos móveis

Pode-se associar a densidade com o desempenho da madeira quanto a execução dos processos de usinagem, visto que as espécies de alta densidade apresentam maior dificuldade quanto ao processamento, e a espécie com menor densidade, apresentou menor dificuldade.

Todas as madeiras, no geral, apresentaram elevados conceitos quanto à qualidade da superfície nos processos de fabricação, sendo atribuídos predominante os conceitos *bom* e *excelente*.

O acabamento dos móveis por meio do lixamento demonstrou que as espécies recebem fino acabamento, sendo um indicador da qualidade de uso em tal segmento de produto.

Quanto ao aspecto tátil do produto final, as madeiras Angelim-Rajado e sucupira-preta apresentaram toque liso, e as madeiras Amescla e Pau-de-balsa apresentaram toque levemente aveludado.

Por meio do manuseio dos móveis, observou-se que as espécies angelim-rajado e sucupira-preta podem ser utilizadas em componentes que demandem maior resistência a deformação da superfície, especificamente esmagamento, por conta de colisões em pequenas áreas com objetos pontiagudos, tendo em vista a elevada dureza associada a tal classificação de densidade.

O manuseio dos móveis demonstrou que as madeiras Amescla e Pau-de-balsa apresentaram moderada facilidade de sofrerem pequenos afundamentos da superfície, sendo observada maior facilidade principalmente na madeira Pau-de-balsa, indicada para componentes sem grande manuseio ou detalhes nos móveis.

Com relação ao aspecto estético, as espécies *Pithecelobium racemosum* (Angelim-Rajado) e *Diplotropis racemosa* Amsh (Sucupira-Preta) apresentaram figuras e cores com maior contraste e destaque visual no móvel.

As espécies *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e *Ochroma pyramidale* (Pau-de-balsa) apresentaram cores mais claras e figura com menos contrastes, apresentando móveis com aspecto visual mais discretos e menos destacado.

A espécie Angelim-Rajado destacou-se por apresentar maior apelo estético por conta da figura característica em forma de veios que se destacam em todas as faces da madeira e com grande contraste entre cores. Tal característica possibilitou agregar ao produto um diferencial estético por meio de tais características visuais.

As peças de madeira de Sucupira-Preta com presença de nós sem tendência ao desprendimento podem ser utilizadas na confecção de tampos de mobiliários, porém exigem maior atenção ao acabamento. Tal resultado indica a possibilidade de futuras pesquisas que investiguem a utilização de outras espécies com tal defeito para uso em móveis, promovendo o maior aproveitamento das peças de madeira.

De igual forma, as peças de Angelim-Rajado com pequenas rachaduras também mostraram-se aptas para o uso em tampos de mobiliários.

A madeira proveniente de árvore naturalmente caída demonstrou bons resultados quanto as propriedades físicas e trabalhabilidade, demonstrando a qualidade e o potencial de utilização de tais madeiras no mercado. Com isso, salienta-se a importância da realização de estudos práticos que demonstrem a possibilidade de uso das mesmas para confecção de produtos.

Dentre as espécies utilizadas, notou-se que estudos acerca da espécie *Diplotropis Racemosa*, tendo em vista as variáveis de estudo nesta pesquisa, foram pouco identificados em relação a outras espécies conhecidas como “sucupira”. Assim, a realização da pesquisa utilizando esta espécie específica mostrou-se relevante para contribuir com a abordagem sobre a mesma.

Diante dos resultados gerados, pode-se concluir que os estudos realizados nas madeiras foram satisfatórios com relação ao objetivo proposto, sendo demonstrada a viabilidade para maior uso em projetos de design de produto moveleiros. Com isso, ressalta-se a importância de que futuras pesquisas sejam realizadas, investigando a qualidade e potencial das madeiras amazônicas para uso no setor moveleiro.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, o design aliou os conhecimentos técnicos de projeto com os conhecimentos científicos da madeira em prol da valorização de materiais com qualidade para uso em projetos moveleiros, mostrando a importância e possibilidade da atuação interdisciplinar do design.

Com relação aos projetos em design de produto, vale ressaltar que um bom planejamento com relação a forma das peças e seu processo de fabricação é importante para o melhor aproveitamento da matéria-prima, evitando a geração de muitos resíduos no processo de beneficiamento. Além disso, pensar na melhor aplicação da madeira no projeto possibilita a valorização dos seus atributos sensoriais estéticos.

Dessa forma, por meio do desenvolvimento metodológico do produto, é possível gerar propostas com viabilidade produtiva e com características aceitas no mercado moveleiro atual, sendo importante destacar a importância das etapas de coleta e análise de dados para proposição de alternativas condizentes com a necessidade que o projeto busca suprir.

Além disso, ressalta-se a importância da atuação do designer em pesquisas e propostas interdisciplinares que, aliando o conhecimento sobre a tecnologia da madeira e o conhecimento técnico do design, forneçam subsídios técnico-científicos para o fortalecimento do uso mais amplo da diversidade de espécies amazônicas, tanto pelos designers de produto e projetistas no geral, quanto pela indústria moveleira. Assim, destaca-se aqui a importância das informações quanto ao desempenho das madeiras em produtos de maior valor agregado, valorizando as madeiras amazônicas.

Por fim, ressalta-se que o conhecimento acerca das propriedades e características da madeira é importante no design de produto tendo em vista a maior compreensão sobre os atributos deste material, verificando sua adequação ao projeto e melhor aproveitamento da matéria-prima.

## 7 REFERÊNCIAS

ALVES, Julio Cesar; GOMES, Vantuir; PIMENTA, Weyg Lázaro. A Importância dos Materiais e do Design para o Processo de Produção. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, São Gotardo, v. 5, n. 8, p.114-133, 2012

AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1666-11: **standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials**. Philadelphia, 2011

AMORIM, Patrícia Gomes Ribeiro; GONCALEZ, Joaquim Carlos; CAMARGOS, José Arlete Alves. Propriedades da madeira de Pinus caribaea e Eucalyptus grandis estimadas por colorimetria. **CERNE**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 461-466, Set. 2013.

ARAÚJO, Henrique José Borges de. Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas.. 2002. 184 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002..

ASHBY, Michael. **Seleção de materiais no projeto mecânico**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2012.

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT . **Processos mecânicos de usinagem. NBR 6175/1971**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Madeira - Determinação da densidade básica. NBR 11941:2003**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projeto de estruturas de madeira. NBR 7190:1997**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projeto de estruturas de madeira. NBR 12551:2002**

BARAUNA, Debora et al. Advanced Materials in Design for Innovation from the 21st Century. **Dat Journal**, [s.l.], Universidade Anhembi Morumbi. v. 2, n. 2, p.91-107, 20 dez. 2017a.

BARAUNA, Débora, SOUZA, Silvana; TREIN, Fabiano André; RAZERA, Dalton Luiz. Design para a sustentabilidade na economia de materiais: uso de resíduos no desenvolvimento de produtos. **Periódico Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 113-122, 2017b

BARAUNA, Debora; RAZERA, Dalton Luiz; HEEMANN, Adriano. Seleção de Materiais no Design: informações Necessárias ao Designer na Tomada de Decisão para a Conceituação do Produto. **Design & Tecnologia**, Curitiba, v. 5, n. 10, p.1-9, 2015.

BARROS, Fernanda Barbosa. **Avaliação de parâmetros para determinar a qualidade de madeiras de duas espécies da Amazônia para elaboração de vigas de madeira lamelada colada**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

BARROS, Sámia Valéria dos Santos. **Avaliação da qualidade da madeira de árvores da Amazônia por método não destrutivo de propagação de onda: tomógrafo de impulso e stress wave timer**. 2016. 134 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências de Florestas Tropicais (cft), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2016.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 2a ed. São Paulo, Editora Blücher Ltda, 2011.

BONFATTI JÚNIOR, Eraldo Antonio, LENGOWSKI, Elaine Cristina. Colorimetria aplicada à ciência e tecnologia da madeira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.38, 2018.

BONSIEPE, Gui. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq / Coordenação Editorial, 1984.

BOOTH, Sam; PLUNKETT, Drew. **Mobiliário para o Design de Interiores**. Tr. Alexandre Salvaterra. São Paulo. Gustavo Gili, 2015.

BOTOSSO, Paulo Cesar. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Embrapa Florestas, 2011

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. **Setor Moveleiro: aspectos gerais e tendências no Brasil**. 34. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2018. 22 p. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3585904/moveis\\_34-2018.pdf/f0e0657f-a6c2-db33-f139-04d95692453e](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3585904/moveis_34-2018.pdf/f0e0657f-a6c2-db33-f139-04d95692453e)>. Acesso em: 23 dez. 2019.

BURGER, L. M; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo, 153p. 1991.

CALDEIRA, Raphael Angelo de Pinho Furtado. **Propriedades da madeira de pau-de-balsa em suas idades**. 31p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2017.

CALEGARI, Eliana Paula; OLIVEIRA, Branca Freitas de. Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. **Arcos Design**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.1-19, 2014.

CALEGARI, Eliana Paula; OLIVEIRA, Branca Freitas de. Um estudo focado na relação entre design e materiais. **Projética**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.49-64, 3 jun. 2013.

CAMARGOS, José Arlete Alves. Madeiras comerciais de Mato Grosso: chave de identificação. Brasília, DF: IBAMA, 1996.

CARVALHO, Daniele Spitz de. **Avaliação da secagem ao ar livre e usinagem da madeira de Eucalyptus urophylla para produção de móveis**. 53 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

CECCHETTI, Fernando; RAZERA, Dalton. A Madeira Redesenhada: considerações Sobre o Design de Superfície no Mobiliário Planejado Brasileiro. **Design e Tecnologia**, [s.l.], v. 9, n. 19, p.77-86, 2019.

CHOI, Jaeho. Material selection by the evaluation of diffuse interface of material perception and product personality - **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, Vol.11(4), pp.967-977, 2017

COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT. **Descripcion de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledoneas**. v.30. p.1-19. 1974.

CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. I. de. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: angiospermae II-gimnospermae**. Brasília: IBAMA; DIRPED; LPF, 17 p. (Série técnica, 15), 1991.

COSTA, Jéssica Ester Elvas; NASCIMENTO, Claudete Catanhede do. Madeiras de árvores caídas naturalmente como alternativa sustentável para comunitários da Resex Auati-Paraná/Fonte Boa. **In: Anais do SICASA e ANPPAS Amazônia 4**. Manaus: UFAM/ANPPAS, p. 1-10, 2016.

COSTA, Joelma Araújo. **Classificação de madeiras da amazônia para composição de instrumento musical de corda por meio da técnica de excitação por impulso**. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Engenharia Florestal, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2017

CUNHA, Laís Ernesto; TEIXEIRA, Divino Eterno. Trabalhabilidade da madeira de espécies tropicais brasileiras: testes de torno e abrasão. **In: III Seminário do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq – SFB**, 2015.

DIAS JÚNIOR, Ananias Francisco et al. Caracterização da Madeira de Quatro Espécies Florestais para Uso em Moveleira. **Revista Ciência da Madeira - Rcm**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.93-107, 2013.

DIAS, Maria Regina Álvares Correia. **Percepção dos materiais pelos usuários**: modelo de avaliação permatius. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

DONATO, Danilo Barros. **Métodos de amostragem e de determinação do teor de umidade da madeira em tora**. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

FERRANTE, Maurício. **Seleção de materiais**. 2. ed. São Carlos,SP: EdUFSCar, 2007.

FERRANTE, Maurizio; WALTER, Yuri. **A Materialização da Ideia**: noções de Materiais Para Design de Produto. [s.i]: Ltc, 2010.

FERREIRA, Sérgio; LIMA, José T; ROSADO, Sebastião C. S; TRUGILHO, Paulo F. **Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de eucalyptus spp**. Cerne, Lavras, v. 10, n. 1, p. 10-21,. 2004.

FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti; BRASIL, Maria Aparecida Mourão; BARRICHELO, Luiz Ernesto George. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, [s.i], v. 3, n. 2, p.64-74, 1971.

FONSECA, Mariane Alves da. **Análise do processo de lixamento na madeira de pinus elliote e eucalipto saligna**. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo; TOLEDO, José Carlos de; SILVA, Sergio Luis da; ALLIPRANDINI, Dário Henrique; SCALICE, Régis Kovacs. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. xvii, 542 p, São Paulo, SP: Saraiva, 2006.

FREITAS, Danilo Leão de; CARVALHO, Douglas Edson; BELTRAME, Rafael; SANTOS, Gleison Augusto dos; GATTO, Darci Alberto; HASELEIN, Clovis Roberto. Estabilidade Dimensional da Madeira de Clones de Eucalyptus spp. **Scientia Agraria Paranaensis**, [s.l.], v. 15, n. 4, p.435-439, 15 dez. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2008.

GOMES FILHO, João. **Design do objeto**: bases conceituais, são Paulo, Escriturar Editora, 2006.

GONZAGA, A. L. **Madeira**: Uso e conservação. Cadernos Técnicos n.6. IPHAN/MONUMENTA. 246 p. Brasília, 2006.

GOOGLE MAPS. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Campus II. Disponível em <<https://goo.gl/maps/fiVygF3ERCYJ73xB7>> Acesso em: 04 jan. 2020

HELLMEISTER, Luiz Antonio Vasques; MARAR, João Fernando. Design & seleção de materiais: elaboração e execução de um sistema de informações para projeto do produto: madeiras. Proceedings of World Congress on Communication and Art: Information Technology in Arts and Information Visualization, v. 5, p. 494-498, 2010.

HUSQVARNA. **As principais Madeiras brasileiras e possibilidades de uso..** 8. ed. [s.i]: Mundo Husqvarna, 2016. Disponível em: <[http://www.mundohusqvarna.com.br/wp-content/uploads/2016/03/husqvarna\\_ebook8\\_final.pdf](http://www.mundohusqvarna.com.br/wp-content/uploads/2016/03/husqvarna_ebook8_final.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2019.

IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. Blucher, São Paulo, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. Madeiras da Amazônia, características e utilização. Estação Experimental de Curuá-Una. v. 2. Brasília. 236 p. 1988

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL – IBDF. Madeiras da Amazônia: características e utilização-Floresta Nacional do Tapajós. v.1. Brasília: CNPq. 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS – IBAMA. **Normas de Procedimento em Estudos de Anatomia da Madeira: I. Angispermae, II. Gimnospermae.** Laboratório de Produtos Florestais. Brasília, 1991.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras - Pau-marfim. [2019a] .Disponível em:<[https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=70](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=70)> Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras - Pau-amarelo . [2019b] .Disponível em:<[https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=48](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=48)> Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras - Andiroba. [2019c] .Disponível em:<[https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=26](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=26)> Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras - Mogno. [2019d] .Disponível em:<

[https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=44](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=44)> Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras – Louro-faia Roupala. [2019e] .Disponível em:< [https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=21](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=21) Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras - Sucupira. [2019f] .Disponível em:< [https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=6](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=6)> Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras – Angelim-Pedra. [2019g] .Disponível em:< [https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=8](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=8)> Acesso em 16 mar. 2019. il. color.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeira: Sucupira. [2019h]. Disponível em: <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras/6.htm](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/6.htm)>. Acesso em: Acesso em 04 jun. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeira: Amesclão. [2019i]. Disponível em: < [https://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras/5-amesclao.htm](https://www.ipt.br/informacoes_madeiras/5-amesclao.htm)>. Acesso em: Acesso em 04 jun. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNICA – INPA/CPPF. **Catálogo de madeiras da Amazônia: Características tecnológicas, Área da Hidrelétrica de Balbina.** 163p. CPPF/INPA, Manaus, 1991.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNICA – INPA/CPPF. **Catálogo de Madeiras do Amapá: Características Tecnológicas.** Manaus. INPA. 1993

JUNIOR, Nelson de Souza. **Qualidade De Superfície Na Produção De Peças S2s.** No Setor De Usinagem De Uma Indústria De Molduras De Pinus. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2009

JUNTTEL, Luiza Griss. **Influência do desbaste nas propriedades tecnológicas da madeira de pinus taeda I.** 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2018.

KARANA, Elvin; HEKKERT, Paul; KANDACHAR, Prabhu. Materials considerations in product design: a survey on crucial aspects used by product designers. **Materials & Design**, [S.l.], v.29, n.6, p. 1081-1089, 2008.

LEAL, Marta Nascimento de Faria. **Uma colecção segundo conceitos arquitectónicos e uma estética minimalista**. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design de Moda, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

LIMA, Elaine Siegel de. **Guia de referência para o desenvolvimento de projetos de móveis de madeira na indústria moveleira**. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão do Desenvolvimento de Produtos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

LIRA, Jackeline Nascimento de. **Qualidade do lenho de duas espécies amazônicas com base na densidade básica, anatomia e por método não destrutivo de ondas de tensão em área de manejo florestal**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2016.

LOBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

LOBÃO, M.S.; CASTRO, V.R. de; RANGEL, A.; SARTO, C.; TOMAZELLO FILHO, M.; SILVA JÚNIOR, F.G. da; CAMARGO NETO, L. de; BERMUDEZ, M.A.R.C. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômica, física e química das suas madeiras. *Scientia Forestalis*, v.39, p.469-477, 2011.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. & ALENCAR, J. da C. **Essências Madeiras da Amazônia**. Manaus, INPA, 1 v, 1979.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. **Catálogo das Madeiras da Amazônia**. Belém, SUDAM, 2 v, 1968.

LOUREIRO, Arthur. A; FREITAS, Jorge Alves de; RAMOS, Katia B. Loureiro; FREITAS, Carlos Alberto A. de. **Essências Madeiras da Amazônia**. Belém, SUDAM, 4 v, 2000.

LOUREIRO, J.A.F; FREITAS, J.A.; FREITAS, C.A.A. **Essências Madeiras da Amazônia**. . v.3. Manaus: MCT/INPA-CPPF, 1997

MACHADO, Nuno Cláudio de Carvalho Mendes. **Variação Dimensional da Madeira devida ao seu comportamento higroscópico**. 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2006.

MADY, Francisco Tarcísio Moraes. **Conhecendo a madeira: informações sobre 90 espécies comerciais**. Manaus: SEBRAE/AM, 2000.

MAINIERI, Calvino; PEREIRA, José Aranha. **Madeiras do Brasil: sua caracterização macroscópica, usos comuns e índices qualitativos físicos e mecânicos**. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 17, p. 133-416, 1965.

MARCOS, Francini Elva Huaynalaya. **Evaluación de las propiedades físicas de la madera de tres especies forestales y su variación por**

**niveles longitudinales del fuste, provenientes de la cuenca del río utuquinia.** 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, 2018

MEDEIROS, Suzana Helen da Silva. **Proposta de utilização de toras ocas de espécies arbóreas da Amazônia para o manejo florestal sustentável.** 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

MELLO, Roberto Lecomte de. **Projetar em madeira: uma nova abordagem.** 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MENDES, Alfredo de Souza. **A secagem da Madeira.** Manaus: INPA, 1996.

MENDONÇA, A. R. **Avaliação de uma Metodologia para Otimização do Volume de Toras Comerciais de Eucalyptus sp.** em Função da Qualidade do Fuste. Dissertação (Mestrado) – Curso de Produção vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2006.

MMA. **Manejo Florestal Sustentável.** Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

MOORA MOBÍLIA BRASILEIRA. Mesas. Disponível em: <<https://www.moora.com.br/mesas>> Acessos em 22 jun. 2019 e 28 ago 2019

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da Madeira.** 208p. 4ª edição . Paraná. Universidade Federal do Paraná – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2012. Disponível em <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/PROPRIEDADES%20DA%20MADEIRA.pdf>> Acesso em 10 mar. 2019

MOZOTA, B. B. de. **Gestão do Design:** usando o design para construir valor na marca e inovação corporativa. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MUNARI, Bruno. **Das Coisas Nascem Coisas.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 378 p.

NASCIMENTO, Claudete Catanhede do et al. Estimativa da densidade básica da madeira de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers por espectroscopia no infravermelho próximo. **Revista Ciência da Madeira - Rcm**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.42-53, 2017.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaços interiores.** Barcelona: Gustavo Guili, 2002. 320 p.

PASCHOARELLI, L. C.; SANTOS, G. B. DOS; PEREIRA, M. A. DOS R. Aplicação de materiais sustentáveis no design de artefatos de uso cotidiano: o caso do cabo de tesoura em bambu laminado. **Design e Tecnologia**, v. 9, n. 17, p. 20-29, 2019.

PEREIRA, Andréa Franco. **Madeiras brasileiras: guia de combinações e substituição**. São Paulo: Blucher, 2013.

PEREIRA, Helder Alexandre Amorim. **O design de mobiliário para valorização dos resíduos de madeiras amazônicas**. 152 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

PEREIRA, Marisa Aparecida. **Confecção de móveis com a madeira de *Coffea arabica* L.** 70 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2008.

POTULSKI, Daniele Cristina. **Densidade e retabilidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H e Moore e *Pinus taeda* L.** 49p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

PRECIOUS WOODS. **Resumo Público: Manejo Florestal Sustentável**. Itacoatiara: Mil Madeiras Preciosas Ltda., 2018.

PROVDANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2a ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAZERA NETO, Antonio. **Espécies de madeiras tropicais brasileiras: Na produção de móveis com madeira sólida na região de Curitiba e municípios vizinhos**. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

REVISTA DA MADEIRA. **A retratibilidade da madeira**. Rev. REMADE, Edição n. 59, set. 2001. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=26&subject=Retratibilidade&title=A%20Retratibilidade%20da%20Madeira](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=26&subject=Retratibilidade&title=A%20Retratibilidade%20da%20Madeira)> Acesso em 10 mar. 2019

ROCHA, K. J; LOGSDON, N. B.; FINGER, Z. **Descrição Dendrológica e Caracterização Física da Madeira de Pau-de-Balsa, *Ochroma pyramidale* (Carv. ex Lam) Urb., ORIUNDA DE QUATRO MARCOS – MT**. p. 90 - 100. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4ª , 2012, Curitiba. Anais. Curitiba: UFPR, 2012.

RODRÍGUEZ, Alice Alexis Vásquez. **Evaluación de las características anatómicas de la madera de tres especies forestales y su variación en los niveles longitudinales del fuste, proveniente de la cuenca del río utuquinía**. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, 2018.

SACARRO. **Indoor: Mesa de Centro.** Disponível em: <<http://www.tissot.com.br/produtos/mesa-centro/>> Acessos em 22 jun. 2019 e 28 ago 2019

SALOMONE, Luiz Gustavo Castro. Ensaio de usinagem em amostras da madeira de cinco espécies nativas brasileiras. 30f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, Rio de Janeiro-RJ, 2011.

SANTOS, Flavio Anthero dos. **O Design como diferencial competitivo.** Santa Catarina: Editora da Univale, 2000.

SANTOS, Lara Monalisa Alves dos. Madeiras. **Revista Científica Semana Acadêmica.** Fortaleza, ano MMXVIII, v.1, Nº. 131, 2018.

SENAI. **Madeira: matéria-prima para o design.** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014.

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. Fichas Tecnológicas das Madeiras da FLONA Jamari. 2016. Disponível em <<http://www.florestal.gov.br/documentos/concessoes-florestais/concessoes-florestais-florestas-sob-concessao/flona-do-jamari/edital/192-fichas-tecnologicas/file>> Acesso em 04 jun. 2019.

SILVA FILHO, Danilo Fernandes da; ROCHA, Jadir de Souza; MOURA, José Brandão de. INFLUÊNCIA DA DENSIDADE NA DUREZA JANKA EM OITO ESPÉCIES MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA CENTRAL. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 22, n. 2, p. 275-283, June 1992 .

SILVA, J. R. M.; MARTINS, M.; OLIVEIRA, G. M. V.; BRAGA, P. P. C. Parâmetros de qualidade da usinagem para determinação dos diferentes usos da madeira de Eucalyptus sp. *Revista Cerne*, Lavras, v. 15, p. 75-83, 2009.

SILVA, Mirella Souza e. **Estudo da qualidade de madeiras de árvores caídas em área de manejo florestal para o desenvolvimento de produtos.** 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação *Scripto Sensu* em Ciências Florestais e Ambientais – PPGCIFA, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

SILVEIRA, Livia Helena Carrera; REZENDE, Alba Valéria; VALE, Ailton Teixeira do. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazonica**, v.43, n.2, p.179-184, 2013.

SOUZA, M. O. A.; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D.; EVANGELISTA, W. V. Avaliação da madeira de Eucalyptus camaldulensis e Eucalyptus urophylla em ensaios de usinagem, visando à produção moveleira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 751-758, 2009.

SOUZA, Maria Helena de;MAGILIANO, José Arlete C. Madeiras tropicais brasileiras. 2 ed, ver. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

STEEL, Clare. **Casa: design & decoração**. São Paulo: Publifolha, 2012  
TAKEDA, Wesley Masanori. Análise da exploração florestal de espécies nativas na Amazônia Ocidental. 2015. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

TISSOT MÓVEIS. Categoria Mesa de Centro. Disponível em: <<http://www.tissot.com.br/produtos/mesa-centro/>> Acessos em 22 jun. 2019 e 28 ago 2019

VALENTE, B. M.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D. Variabilidade radial e longitudinal das propriedades físicas e anatômicas da madeira de angico-vermelho, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 485-496, 2013.

VASCONCELLOS, Francisco José de; FREITAS, Jorge Alves de; LIMA, Vânia Maria Oliveira da Câmara; MONTEIRO, Leila do Vale; PEREIRA, Sanatiel de Jesus. Madeiras Tropicais de uso industrial do Maranhão: características tecnológicas. Manaus: INPA/UFMA, 2001.

VERÍSSIMO, Adalberto; PEREIRA, Denys. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. *Parc. Estrat*, Brasília-df, v. 19, n. 38, p.13-44, 2014.

WILM, Marina. **Design de Jóias e seleção de materiais**: simulação do efeito aventurina utilizando polímero e partículas minerais. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

WORLD DESIGN ORGANIZATION. Definição do Desenho Industrial. Disponível em: <<https://wdo.org/about/definition/>>. Acesso em: 01 abr. 2019.