



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Design Participativo para a Sustentabilidade: desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos, utilizando bambu associado com terra e resíduos

Gabriel Fernandes dos Santos

Bauru – 2016



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Design Participativo para a Sustentabilidade: desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos, utilizando bambu associado com terra e resíduos

Gabriel Fernandes dos Santos

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Design, no Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Bauru, linha de pesquisa de Planejamento de Produto, Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira.

Bauru – 2016

Santos, Gabriel Fernandes dos.

Design participativo para a sustentabilidade :
desenvolvimento de painéis modulares para
fechamentos, utilizando bambu associado com terra e
resíduos / Gabriel Fernandes dos Santos, 2016
155 f. : il.

Orientador: Marco Antonio dos Reis Pereira

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e
Comunicação, Bauru, 2016

1. Design. 2. Design participativo. 3.
Sustentabilidade. 4. Bambu I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e
Comunicação. II. Título.

BANCA DE DEFESA

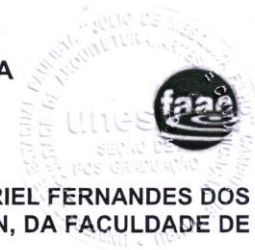
Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Orientador

Prof. Dra. Monica Moura
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Prof. Dr. Antonio Ludovico Beraldo
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Prof. Dr. Ivaldo de Domenico Valarelli
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de GABRIEL FERNANDES DOS SANTOS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO.

Aos 29 dias do mês de fevereiro do ano de 2016, às 09:00 horas, no(a) Sala de Reuniões dos Órgãos Colegiados - Congregação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. MARCO ANTONIO DOS REIS PEREIRA - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Bauru, Profa. Dra. MONICA CRISTINA DE MOURA do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, PROFESSOR DOUTOR ANTONIO LUDOVICO BERALDO do(a) Departamento de Construções Rurais / UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de GABRIEL FERNANDES DOS SANTOS, intitulada **Design Participativo para a Sustentabilidade: desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos, utilizando bambu associado com terra e resíduos**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. MARCO ANTONIO DOS REIS PEREIRA

Profa. Dra. MONICA CRISTINA DE MOURA

Professor Doutor Antonio Ludovico Beraldo

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelas energias que me conduzem nesta jornada e que me contemplaram com a família que tenho. Agradeço a aqueles cujas nossas relações fazem parte do dia-a-dia, a minha namorada e aos meus amigos. Agradeço a todos com quem fui trilhando minha história e que contribuíram para o meu desenvolvimento. Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio dos Reis Pereira por ter me apresentado à cultura do bambu e, desde então, estar sempre acompanhando meus estudos com esta planta magnífica. Também agradeço ao Prof. Dr. Tomas Queiroz Ferreira Barata, pelas nossas conversas a respeito da elaboração de projeto dos painéis concebidos nesta pesquisa. Agradeço a todos que se envolveram nesta pesquisa; a relação estabelecida com os membros das associações e comunidades participantes me permitiu evoluir, tanto pessoalmente quanto profissionalmente. Sou imensamente grato ao Marceneiro Claudio, que auxiliou na materialização do novo produto aqui gerado. Também sou grato à CAPES pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa, financiando meus estudos e, por consequência, os resultados obtidos. Por fim, sou grato a FAPESP por financiar a continuidade deste estudo junto ao desenvolvimento do Projeto Bambu, UNESP, campus de Bauru.

RESUMO

O déficit habitacional atinge milhões de famílias em todo o mundo, inclusive as brasileiras. Este problema, somado ao contexto insustentável do setor produtivo da indústria da construção, evidencia a urgente necessidade de novas propostas para o prosseguimento deste ramo de modo sustentável. Então, as áreas do Design, Arquitetura e Engenharia Civil, cada vez mais, priorizam pelo uso de recursos sustentáveis e por novas abordagens no desenvolvimento de suas atividades. Neste sentido, esta pesquisa teve o objetivo de desenvolver novos componentes construtivos – painéis modulares para fechamentos na construção de ambientes, feitos em bambu associado com terra e resíduos. Sob uma abordagem metodológica articulada pela realização de um Design Participativo, a concepção dos painéis modulares foi realizada em conjunto com duas comunidades locais, uma de área rural e outra de zona urbana. A elaboração de projeto dos painéis utilizou sketches, ilustrações, modelagens em 3D virtual, renderes, desenhos técnicos e modelos em escala 1:2. Na etapa de confecção dos protótipos físicos, primeiramente foi projetado e construído um gabarito para, posteriormente, efetuar-se a montagem dos painéis modulares. Com a confecção dos protótipos físicos dos painéis e do gabarito foi possível identificar possíveis melhorias em ambos os projetos. Neste momento, fez-se a coleta e análise de dados que, futuramente, poderão auxiliar a caracterizar sua viabilidade econômica. No que diz respeito aos materiais empregados e à abordagem metodológica articulada pela realização de um Design Participativo para a criação dos painéis, os resultados alcançados apresentaram efetividade. Tal fato demonstra a capacidade dos painéis modulares desenvolvidos nesta pesquisa em promover ações sustentáveis junto ao ramo da construção.

Palavras-chave: Design, Design Participativo, Sustentabilidade, Bambu

ABSTRACT

Housing shortage affects millions of families around the world, including Brazilian ones. This problem, added to the unsustainable context of the construction production sector, points out the urgent necessity of new proposals for a sustainable prosecution of this matter. Therefore, the fields of Design, Architecture and Civil Engineering are increasingly prioritizing the use of sustainable resources and new approaches to the development of activities. In this sense, this research aims to develop new constructive components – modular panels for the closure of construction, built of bamboo associated with soil and residues. In a participatory methodology approach, the production planning of the modular panels was done together with two local communities, one of rural area and the other from urban zone. The elaboration of the panels project used sketches, 3D virtual modelling, renders, technical drawings and models in 1:2 scale. Firstly, at the confection stage of the physical prototypes, templates were projected and build, then the modular panels were assembled. With the physical prototype of the panels and the templates, it was possible to identify possibles improvements in both projects. At that stage, data was gathered and analyzed that, in the future, could help characterize its economical viability. Concerning the used materials and the methodology articulated through the execution of a participatory design, the results achieved were effective. It demonstrates the modular panel's capacity of promoting sustainable actions in the construction field.

Keywords: Design, Participatory Design, Sustainability, Bamboo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Usos do bambu de acordo com a sua idade na mata.....	29
Figura 2. Distribuição mundial de bambus nativos.....	30
Figura 3. Rizoma paquimorfo, originando bambus do tipo moita/entouceirante.....	31
Figura 4. Rizoma paquimorfo, originando bambus do tipo moita/entouceirante.....	31
Figura 5. Seção da estrutura básica do colmo de bambu.....	32
Figura 6. Comparação do diâmetro e quantidade de diafragmas entre um broto de bambu com um bambu adulto.....	33
Figura 7. Tipos de encaixes.....	36
Figura 8. Uso correto do bambu em componentes da construção sobre efeito da compressão.....	36
Figura 9. Tipos de encaixes entre bambus e bambu com madeira.....	37
Figura 10. Tipos de encaixes horizontais, indicados para elementos construtivos não estruturais.....	38
Figura 11. Componentes que configuram a técnica mista.....	43
Figura 12. Exemplos de estrutura auxiliar: bambu de entramado duplo alternando a face da estrutura mestra; entramado gradeado no centro da estrutura mestra e entramado alternado estreito no meio da estrutura.....	44
Figura 13. a) <i>Guadua angustifolia</i> ; b) <i>Guadua chacoensis</i> ; c) <i>Bambusa tuldoides</i>	47
Figura 14. Corte e limpeza de colmos <i>Guadua chacoensis</i> e <i>Guadua angustifolia</i>	48
Figura 15. Corte e limpeza de colmos <i>Bambusa tuldoides</i> e <i>Bambusa oldhamii</i>	48
Figura 16. Tanque para tratamento de colmos de bambus por imersão.....	49
Figura 17. Tratamento por <i>Boucherie</i> modificado por pressão.....	49
Figura 18. a) Vaporização da água; b) Local de armazenamento dos colmos para tratar.....	50
Figura 19. a) Forno iniciando queima; b) Colmos colhidos em processo de defumação.....	50
Figura 20. Sistema de tratamentos naturais – fumaça (forno grande à esquerda), vapor d'água (forno menor ao centro) e armazenamento dos bambus (tambores de ferro à direita).....	50
Figura 21. a) Estrutura do túnel de vento; b) Secagem em túnel de vento dos bambus colhidos e tratados.....	51
Figura 22. Mudança de cor, alteração física, ataque por brocas e aparecimento de fungos, respectivamente, da esquerda para a direita.....	51
Figura 23. Teste do vidro para caracterização granulométrica de terras.....	52
Figura 24. Diagrama para classificação de terras.....	53
Figura 25. Teste do vidro com solo classificado como argila.....	54
Figura 26. Teste do vidro com solo classificado como terra arenosa.....	54

Figura 27. a) Triturador; b) Bambu sendo triturado; c) Bambu triturado em tratamento; d) Bambu triturado e tratado em lavagem; d) Bambu triturado e tratado.....	55
Figura 28. Passo-a-passo para a produção de esteiras com colmos de bambus em natural.....	56
Figura 29. Resíduos já beneficiados – a) pneu; b) câmara de ar; c) lona de outdoor; d) PET; e) Saco de ráfia.....	57
Figura 30. Tábua de madeira aparelhada.....	58
Figura 31. Barras roscadas.....	58
Figura 32. Porcas e arruelas.....	59
Figura 33. Parafusos.....	59
Figura 34. Grampos e Pinos.....	59
Figura 35. Verniz.....	59
Figura 36. Cal hidratada.....	59
Figura 37. Cimento CP II-E-32.....	59
Figura 38. Moto-serra.....	60
Figura 39. Serra circular destopadeira.....	60
Figura 40. Serra-de-fita.....	60
Figura 41. Lixadeira cinta.....	60
Figura 42. Retífica.....	
Figura 43. Furadeira.....	61
Figura 44. Furadeira e Parafusadeira a bateria.....	61
Figura 45. Soprador térmico.....	61
Figura 46. Esmerilhadeira.....	61
Figura 47. Pinador pneumático.....	61
Figura 48. Grampeador pneumático.....	61
Figura 49. Compressor.....	62
Figura 50. EPI's.....	62
Figura 51. Pontas de lixa e limas para retífica.....	62
Figura 52. Brocas para madeira.....	62
Figura 53. Prumo.....	62
Figura 54. Chaves de boca.....	62
Figura 55. Buchas para limpeza dos colmos de bambus.....	63
Figura 56. Morsa.....	63
Figura 57. Arcos de serra.....	63
Figura 58. Trena.....	63
Figura 59. Rachador radial.....	63
Figura 60. Canivete.....	63

Figura 61. Machado.....	63
Figura 62. Tesoura.....	63
Figura 63. Kit pintura.....	64
Figura 64. Lona.....	64
Figura 65. Enxada.....	64
Figura 66. Balde.....	64
Figura 67. Colher de pedreiro.....	64
Figura 68. Desempenadeira.....	64
Figura 69. Fases para uma pesquisa participativa, adaptado de Le Boterf (1980).....	66
Figura 70. Dimensões a serem abrangidas durante a elaboração de projeto.....	69
Figura 71. Estudo das conexões entre fechamentos feitos com painéis.....	73
Figura 72. Influência da conicidade do colmo de bambu na composição dos painéis.....	73
Figura 73. Dimensão da espessura dos painéis e possíveis uniões destes com a estrutura de um telhado.....	74
Figura 74. Ilustrações das possibilidades construtivas para os painéis.....	75
Figura 75. Ilustrações com a proposta inicial, ao centro, e as simplificações posteriores, nas vistas superior e lateral.....	76
Figura 76. Modelagem em 3D virtual dos três painéis.....	76
Figura 77. a) Estrutura pensada inicialmente para os painéis; b) Estudo de alternativa para a estrutura dos painéis.....	77
Figura 78. Dimensões dos quatro painéis modulares gerados.....	77
Figura 79. Elementos que compõem o painel modular liso.....	79
Figura 80. Elementos que compõem o painel modular porta.....	79
Figura 81. Elementos que compõem o painel modular janela.....	80
Figura 82. Modelo em escala 1:2 painel modular liso – a) Vista frontal; b) Vista lateral.....	80
Figura 83. Teste – Elemento da estrutura mestra com boca-de-peixe adaptado, de um lado com orelha e do outro lado sem.....	81
Figura 84. Tiras de câmaras de ar associadas a tiras de PET, removidas no projeto final dos painéis.....	82
Figura 85. Teste com o elemento da base dos painéis.....	82
Figura 86. Modelo em escala 1:2 - painel modular conector.....	83
Figura 87. Modelo em escala 1:2 - painel modular janela.....	84
Figura 88. Modelo em escala 1:2 - painel modular porta.....	84
Figura 89. a) Gabarito desenvolvido; b) Gabarito em uso.....	85
Figura 90. a) Entramado painel porta; b) Entramado painel liso; c) Entramado painel janela; d) Entramado painel conector.....	85
Figura 91. Segunda opção de textura com o entramado do painel conector.....	86

Figura 92. Simulação1 de fechamento com os modelos em escala 1:2 dos painéis.....	86
Figura 93. Simulação 2 de fechamento com os modelos em escala 1:2 dos painéis.....	87
Figura 94. Modelos em escala 1:2 - simulação de fechamento com uso das esteiras, lado externo dos painéis modulares.....	87
Figura 95. Modelos em escala 1:2 - simulação de fechamento com uso dos entramados, lado interno dos painéis modulares.....	87
Figura 96. a) Filetador de PET; b) Corte com estilete; c) Corte do início da tira de PET; d) Furo na tampa; e) Produção de tiras de PET.....	88
Figura 97. Gabarito elaborado para a produção dos painéis modulares.....	89
Figura 98. Cavalete utilizado na composição da bancada para apoio do gabarito.....	90
Figura 99. Formas e cores no uso do gabarito para a montagem dos painéis.....	91
Figura 100. Parte I – Travamento dos pilares no gabarito.....	92
Figura 101. Parte II – Posicionamento da tábua de madeira aparelhada no gabarito, junto aos pilares.....	92
Figura 102. Parte III – Execução de furos passantes nos pilares com uso dos círculos vermelhos e experimentação das peças da estrutura mestra horizontal.....	93
Figura 103. Parte IV – Colocação das peças “J’s”, barras roscadas zincadas e apertar porcas.....	93
Figura 104. Parte V – Realização dos furos passantes nos pilares e peças da estrutura auxiliar, seguido do uso de barras roscadas zincadas.....	94
Figura 105. Construção do gabarito.....	95
Figura 106. Gabarito finalizado.....	95
Figura 107. Lado direito externo do gabarito com as cores e formas usadas para indicar a montagem dos painéis modulares.....	96
Figura 108. Lado esquerdo externo do gabarito com as cores e formas usadas para indicar a montagem dos painéis modulares.....	96
Figura 109. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular liso.....	99
Figura 110. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular conector.....	100
Figura 111. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular janela.....	101
Figura 112. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular porta.....	102
Figura 113 – Etapa de montagem do painel modular liso e seu protótipo físico finalizado, respectivamente.....	108
Figura 114 – a) “J” com comprimento excessivo; b) Vão curto entre o pilar e o gabarito....	109

Figura 115 – Etapa da montagem do painel modular porta e seu protótipo finalizado, respectivamente.....	110
Figura 116 – a) EMB com encaixes tipo duas orelhas irregular; b) EMM com encaixes tipo duas orelhas corretos.....	111
Figura 117 – Etapa da montagem do painel modular janela e seu protótipo finalizado, respectivamente.....	111
Figura 118 – Etapa da montagem do painel modular conector e seu protótipo finalizado, respectivamente.....	112
Figura 119 – Painéis modulares concebidos, lado a lado.....	113
Figura 120 – Perspectivas dos painéis postos lado a lado uns dos outros.....	113
Figura 121 – a) Esteira liso; b) Esteira porta; c) Esteira conector; d) Esteira janela.....	114
Figura 122 – a) Entramado porta; b) Entramado conector; c) Entramado janela; d) Entramado liso.....	114
Figura 123 – a) Tiras do entramado grampeadas junto a tiras de lona de outdoor; b) Ripa de bambu grampeada as esteiras.....	115
Figura 124 – a) Mistura de solo-cal; b) Massa de CALFITICE.....	116
Figura 125 – Pares organizados na direção vertical, onde uma esteira leva caiação e a outra não.....	116
Figura 126 – Sacos de ráfia a serem associados com o CALFITICE.....	117
Figura 127 – a) Cacto de palma; b) Extração da baba do cacto de palma; c) Mistura da baba do cacto com a cal para pintura.....	118
Figura 128 – a) Terra escolhida; b) Tinta solo produzida.....	118
Figura 129 – a) Pastilhas de cerâmica; b) Cacos de cerâmica.....	118
Figura 130 – Teste 1: a) Esteira caiada; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Tinta solo.....	118
Figura 131 – Teste 2: a) Esteira sem cair; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Tinta solo.....	119
Figura 132 – Teste 3: a) Esteira caiada; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Cal para pintura....	119
Figura 133 – Teste 4: a) Esteira sem cair; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Cal para pintura.....	119
Figura 134 – Teste 5: a) Esteira caiada; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Pastilhas e cacos cerâmicos.....	119
Figura 135 – Teste 6: a) Esteira sem cair; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Pastilhas e cacos cerâmicos.....	120
Figura 136 – Teste 1: Trincas destacadas em amarelo.....	120
Figura 137 – Teste 2: Trincas destacadas em amarelo.....	121
Figura 138 – Teste 3: Trinca destacada em amarelo.....	121
Figura 139 – Teste 4: Trinca destacada em amarelo.....	121
Figura 140 – Teste 5: Trincas destacadas em amarelo.....	121

Figura 141 – Teste 6: Trincas destacadas em amarelo.....121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Biomas brasileiros onde são encontrados os bambus.....	30
Tabela 2. Características dos bambus herbáceos e bambus lenhosos.....	34
Tabela 3. Corte de bambus entouceirantes: diferenças entre as épocas de chuvas e de seca.....	39
Tabela 4. Esteiras testes.....	56
Tabela 5. Uso de resíduos no desenvolvimento dos painéis modulares.....	58
Tabela 6. Lista de materiais empregados nos painéis modulares.....	58
Tabela 7. Equipamentos necessários para a construção dos modelos em escala 1:2, dos protótipos físicos do gabarito e painéis modulares, e dos testes de revestimentos.....	60
Tabela 8. Ferramentas manuais necessárias para a construção dos modelos em escala 1:2, dos protótipos físicos do gabarito e painéis modulares, e dos testes de revestimentos.....	62
Tabela 9. Etapas para condução da produção dos protótipos físicos dos painéis.....	70
Tabela 10. Formulário modelo para preenchimento durante a confecção dos protótipos físicos dos painéis modulares.....	70
Tabela 11. Fichamento da colheita dos bambus utilizados nos quatro painéis modulares.....	98
Tabela 12. Fichamento do beneficiamento dos bambus utilizados nos quatro painéis modulares.....	98
Tabela 13. Fichamento durante a confecção das peças das estruturas mestra e auxiliar do painel liso.....	103
Tabela 14. Fichamento durante a confecção dos elementos das esteiras e dos entramados dos quatro painéis.....	104
Tabela 15. Estimativa das quantidades de bambus necessárias para cada um dos painéis.....	106
Tabela 16. Quantificação das barras roscadas necessárias para cada um dos quatro painéis.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CALFITICE – *Cal Fibra Tierra y Cemento*

INBAR – *International Network for Bamboo and Rattan*

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PET – Politereftalato de etileno

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PU – Poliuretano

PVC – Policloreto de vinila

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. QUESTÃO E HIPÓTESE DA PESQUISA.....	21
2.1. QUESTÃO DA PESQUISA.....	21
2.2. HIPÓTESE DA PESQUISA.....	21
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
4.1. O DESIGN FRENTE À INSUSTENTABILIDADE.....	23
4.2. O DESIGN PARTICIPATIVO PARA A SUSTENTABILIDADE.....	25
4.3. O BAMBU.....	28
4.3.1. Características gerais.....	28
4.3.2. O bambu na construção.....	33
4.3.3. Tratamentos preservativos.....	38
4.3.4. Incentivo ao uso do bambu no Brasil.....	40
4.4. A TERRA.....	41
3.4.1. Técnicas construtivas com terra.....	41
3.4.2. Técnica mista.....	43
4.5. RESÍDUOS.....	45
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
5.1. CADEIA PRODUTIVA DO BAMBU.....	47
5.2. USO DA TERRA.....	52
5.3. SELEÇÃO DOS RESÍDUOS.....	57
5.4. MATERIAIS CONVENCIONAIS.....	58
5.5. EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS.....	60
5.6. DESIGN PARTICIPATIVO.....	64
5.7. ELABORAÇÃO DE PROJETO.....	67

5.8. PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS FÍSICOS.....	69
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	71
6.1. DESIGN PARTICIPATIVO.....	71
6.2. ELABORAÇÃO DE PROJETO.....	72
6.2.1. Análise de similares.....	72
6.2.2. Painéis modulares para fechamentos.....	72
6.2.3. Gabarito para os painéis modulares.....	89
6.3. PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS FÍSICOS.....	94
6.3.1. Gabarito para os painéis modulares.....	94
6.3.2. Protótipos físicos dos painéis modulares.....	97
6.3.3. Testes de revestimentos.....	116
7. CONCLUSÕES.....	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e científico possibilitou o desenvolvimento da industrialização dos meios de produção, ampliando o ritmo, a escala e a diversidade dos objetos de consumo. Esta modificação na lógica produtiva e de consumo influenciou no encurtamento da vida dos produtos, diminuindo suas qualidades e conduzindo sua substituição de opção para uma necessidade (LAWSON, 2011). Em consequência, esta mudança culminou em sérios problemas ambientais, como a limitação dos recursos naturais e o desperdício dos não renováveis. Neste cenário, os ecossistemas locais foram degradados e os impactos repercutiram num desequilíbrio em escala mundial, como o aquecimento global. No ramo industrial da construção não foi diferente. Aliás, em muito este setor têm contribuído para a generalização deste quadro de insustentabilidade ambiental. Isto é, a contínua e sistemática exploração dos recursos locais e seus esgotamentos, bem como a poluição das águas e do ar.

Os designers projetam os diversos produtos consumidos e descartados diariamente, levando em conta todas as etapas de sua cadeia produtiva. Esses profissionais também se envolvem na relação de suas produções com os grupos de indivíduos que os consomem e o reflexo desta interação na sociedade, economia e meio ambiente. Sendo assim, o Design e a questão da sustentabilidade tornaram-se indissociáveis. Isto porque, 80% do impacto ambiental causados pelas produções de novos produtos, infraestruturas e serviços que nos cercam são determinados pelas atividades projetuais dos designers (*DESIGN COUNCIL*, 2002 apud THACKARA, 2008). Então, quais procedimentos devem ser adotados junto às atividades dos designers, visando melhorias contínuas neste cenário insustentável? O designer deve “[...] intervir na realidade com atos projetuais, superando as dificuldades e não se contentando apenas com uma postura crítica frente à realidade [...]” (BONSIEPE, 2011, p.37). Os profissionais do Design precisam atuar introduzindo mudanças reais e significativas, sem se distanciarem da problemática.

A sustentabilidade é a busca por assegurar às gerações posteriores, o seu acesso e beneficiamento dos recursos naturais, necessários para a existência e manutenção da vida (BOFF, 2012). Esta busca pela manutenção dos recursos que garantam a sobrevivência da biodiversidade diz respeito a todos os seres humanos,

seja em sua atuação profissional ou social. No Design, os princípios de sustentabilidade que devem estar presentes nas atividades projetuais são “[...] eliminar o conceito de desperdício; reduzir o movimento e a distribuição de bens; utilizar mais pessoas e menos matéria; contar com fluxos de energia natural” (THACKARA, 2008, p. 48). Neste sentido, a ausência destes princípios pode indicar práticas insustentáveis na criação e produção de novos produtos.

O bambu é uma matéria-prima sustentável, com ótimas características físicas e mecânicas e que apresenta enorme potencial no planejamento de produção de novos produtos. Além de ser uma opção florestal renovável que contribui para a diminuição do desmatamento, é também um eficiente aprisionador de gás carbônico. O bambu apresenta a maior velocidade de crescimento e se renova no menor intervalo de tempo, sobressaindo a qualquer outra espécie florestal (JARAMILLO, 1992 apud PEREIRA & BERALDO, 2008).

A terra e os resíduos, como câmaras de ar, garrafas PET e pneus de automóveis, também atendem a demandas por sustentabilidade. Estes materiais são de fácil aquisição com extração e/ou compra local, propiciando a aproximação do local de obtenção ao de produção. Ainda, tais materiais são caracterizados por baixos consumos de energia e emissão de poluentes na atmosfera. Os resíduos evitam novas extrações de matérias-primas. Por outro lado, a terra, mesmo com extração local, se comparada com materiais convencionais, como o aço e o cimento, seu impacto é baixíssimo.

Sendo assim, associar materiais de características sustentáveis com uma abordagem participativa durante a geração de novos produtos, pode ser um caminho para promover a sustentabilidade de maneira integral. Isto porque, a aproximação entre designer e usuário, contempla a dimensão social e o uso de recursos sustentáveis abrange o meio ambiente e a economia.

Então, esta pesquisa teve por objetivo o desenvolvimento de protótipos físicos de novos componentes construtivos, feitos em bambu associado com terra e resíduos. Para isto, foi abordada uma metodologia articulada pela realização de um Design Participativo junto a duas comunidades locais, uma de área rural e outra de zona urbana. É válido ressaltar que, inicialmente, o objetivo desta pesquisa tratou de utilizar a denominação novos componentes construtivos, posto que a especificação

em painéis modulares para fechamentos, só ocorreria após a convivência na realidade em que se inserem os usuários/comunidades que participaram desta investigação.

2. QUESTÃO E HIPÓTESE DA PESQUISA

2.1. QUESTÃO DA PESQUISA

Inicialmente a questão desta pesquisa de mestrado tratou de investigar e buscar comprovar se: seria possível o desenvolvimento de novos componentes construtivos, feitos em bambu associado com terra e resíduos, sob um procedimento metodológico articulado pela realização de um Design Participativo?

Durante o andamento desta pesquisa, a aproximação entre o designer e as comunidades envolvidas, influenciou para uma especificidade deste novo componente construtivo. Assim, a questão desta pesquisa foi também reorganizada, buscando verificar se: seria possível efetuar-se o desenvolvimento de painéis para fechamentos, feitos em bambu associado com terra e resíduos, sob um procedimento metodológico articulado pela realização de um Design Participativo? Esta reestruturação também aflorou outra questão, sendo ela relacionada à concepção dos painéis: seria possível que estes tenham em sua concepção a lógica da modularidade, tornando-os passíveis de uma produção pré-fabricada e tipificada?

2.2. HIPÓTESE DA PESQUISA

A geração de painéis modulares para fechamentos na construção de novos ambientes, utilizando como principais materiais o bambu associado com terra e resíduos, poderá promover ações sustentáveis junto ao ramo da construção. A confecção dos painéis modulares comprovará a viabilidade e eficiência dos materiais que os compõem. A abordagem metodológica adotada para a concepção dos painéis modulares, sob a realização de um Design Participativo, poderá conduzir novas abordagens na produção de novos produtos. Nesta nova lógica produtiva, haverá a correspondência para a dimensão do consumo. Então, poder-se-ia afirmar que, neste cenário o meio estará mais propício para a consolidação da sustentabilidade.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

- Desenvolver painéis modulares para fechamento na construção, utilizando bambu associado com terra e resíduos;

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um Design Participativo junto às comunidades para a geração dos painéis;

- Aprofundar estudos sobre componentes construtivos e painéis modulares que utilizem o bambu aliado à terra e aos resíduos;

- Verificar as necessidades da cadeia produtiva dos painéis, visando sua viabilidade técnica e prática para seu uso junto à construção;

- Disseminar e capacitar os envolvidos no conhecimento da tecnologia investigada e aplicada para o desenvolvimento dos painéis.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. O DESIGN FRENTE À INSUSTENTABILIDADE

Para se compreender o momento contemporâneo, visando uma construção crítica a seu respeito, é preciso conhecer a história para indagar o passado e sua continuidade cronológica, chegando até o presente e então, vislumbrar um futuro (MOURA, 2014). Neste sentido, para melhor entender o surgimento da lógica do capital industrial e sua influência na manutenção do atual modelo de qualidade de vida, é preciso compreender os valores que emergiram durante a transição da Idade Média para a Moderna (CAPRA, 2006). Este autor se baseia nos impactos provocados pelos estudos de grandes pensadores que viveram durante tal mudança, sendo decisivos para romper com a abordagem de mundo vigente até então. O mesmo autor, em explicação afirmou que,

“Nos séculos XVI e XVII, a visão de mundo medieval, baseada na filosofia aristotélica e na teologia cristã, mudou radicalmente. A noção de um universo orgânico, vivo e espiritual foi substituída pela noção do mundo como uma máquina, e a máquina do mundo tornou-se a metáfora dominante da era moderna. Essa mudança radical foi realizada pelas novas descobertas da física, astronomia e matemática, conhecidas como Revolução Científica e associadas aos nomes de Copérnico, Galileu, Descartes, Bacon e Newton” (Idem, Op. cit., p. 34).

O autor afirmou que estas descobertas influenciaram no que viria a ser o grande ideal de modernidade, por meio dos avanços científicos e tecnológicos. A transição da Idade Média para a Idade Moderna leva consigo,

“[...] o Pecado Original e o Juízo Final [...] os dois faróis que iluminavam um presente transitório e tido como desprovido de essência. É com a modernidade que ocorre a ruptura, não para reinserir o presente no cerne da preocupação de todos, mas para inventar a ordem da temporalidade e fazer do futuro, e não mais do passado, o lócus da felicidade vindoura e do fim dos sofrimentos. Essa ruptura essencial na história da humanidade se traduz na forma de um discurso radicalmente oposto àquele da decadência, exaltando dessa vez as conquistas da ciência e apontando as condições de um progresso ilimitado do qual deveríamos ser os herdeiros” (CHARLES, 2004, p. 13).

Já no contexto da industrialização dos meios produtivos, o Design torna-se uma importante ferramenta para a indústria (THACKARA, 2008). Esse autor citou que, os benefícios advindos com o consumo dos novos produtos cada vez mais

inteligentes, rápidos e, em muitos casos, mais baratos, pareciam ilimitados. Dado que a capacidade do Design “[...] de fazer com que as coisas pareçam diferentes do que são, foi de extrema importância” a sua aplicação para auxiliar na condução e consolidação da lógica do capital industrial (LIPOVETSKY, 1989, p.20). Isto porque, o Design “[...] pode dar formas tangíveis e permanentes às ideias sobre quem somos e como devemos nos comportar” (FORTY, 2007, p.12). Sob esta nova lógica de produção e consumo, os disfarces do contraste provocado entre os benefícios e as degradações causadas no meio ambiente, na moral e na ética, foram destruídos. O ser humano com seu grande ideal de modernidade tratou

“[...] o mundo como um espaço a conquistar, um fornecedor disponível e inesgotável de recursos para concretização de seus sonhos e obras [sendo o Design uma importante ferramenta na industrialização dos sonhos e obras atendidos pelo consumo de produtos, infraestruturas e serviços]. O homem, senhor do planeta, tinha a natureza como algo a subjugar e a colocar a seu serviço. A própria abordagem racionalista da realidade, que nos últimos séculos pautou a conduta do homem, é que possibilitou, em tempos recentes, a constatação do equívoco da percepção de mundo até então vigente” (NIEMEYER, 2014, p. 39).

Como um dos efeitos das mudanças ocorridas por este período, a era moderna promoveu uma abordagem impensada de subordinação da espécie humana às máquinas, devido interesses financeiros, provocando a extinção de certas culturas tradicionais e formas de vida, tidas como retrógradas para com os ideais emergentes (THACKARA, 2008). Esse autor sustentou que a tecnologia da época ocupou paulatinamente o lugar das aptidões humanas, causando desrespeito e desvalorização das pessoas, bem como dos costumes, que uma vez abandonados, o todo cultural é modificado.

Então, o designer, por ser um produtor de ideias para soluções de problemas, além de possuir a capacidade criativa para desenvolver seu trabalho, deve incorporar em seus projetos características que contemplem as necessidades humanas e as atenda de forma duradoura (LÖBACH, 2001). Esta exigência junto à atuação dos designers se consolida com a seguinte afirmação de Papanek (1995),

“[...] as eventuais consequências daquilo que inventamos, projetamos, fazemos, compramos e usamos resultam todas na diminuição dos recursos, nos fatores de poluição e no aquecimento global do planeta” (PAPANEK, 1995, p.160).

Assim, os designers devem incorporar e assumir que, “[...] acima de tudo, projetar exige a formação de juízos e a tomada de decisões ponderadas, muitas vezes num contexto moral e ético” (LAWSON, 2011, p. 216). Isto porque, o Design é um ponto chave para a humanização dos aperfeiçoamentos tecnológicos e decisivo para um intercâmbio das transformações culturais e econômicas (*INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN – ICSID*, 2006). Portanto, os designers são profissionais imersos na responsabilidade pela busca por soluções que contribuam para a continuidade da vida no planeta Terra, atuando em conformidade com a sustentabilidade.

4.2. O DESIGN PARTICIPATIVO PARA A SUSTENTABILIDADE

O Design Participativo emerge no contexto das tecnologias alternativas, onde a lógica industrial já não pode mais ser guiada segundo os ideais de modernidade (BONSIEPE, 2012). Enquanto que na Idade Média a visão de mundo se constituía integrada à natureza e à espiritualidade, na Idade Moderna a compreensão de Mundo fora sendo consolidada pelo homem excluído de seu meio ambiente (BOFF, 2012). Assim, a Era Moderna concebe, dissemina e consolida uma falsa impressão de supremacia do homem para com o meio em que se insere. Este estado comportamental se estendeu para a dimensão social, alterando os costumes e, conseqüentemente, a cultura, a política, a ética e a moral.

Com o desenvolvimento da indústria e a disseminação de uma nova lógica de produção e consumo, além da democratização do acesso das pessoas aos produtos destinados às necessidades básicas, fora promovido e continua promovendo guerras étnicas tribais, extinções de espécies da fauna e da flora, perda de tradições ditas retrógradas, manutenção do trabalho escravo, dentre outras práticas insustentáveis. Neste contexto insalubre de dominação do individualismo, a cooperação encontra uma possibilidade de se estabelecer no contemporâneo. Atualmente, a áurea moderna começa a esmaecer a partir da constatação em que os benefícios obtidos passam a ser equiparados, até mesmo superados, pelos malefícios causados e potencialmente ativos, devido à manutenção da lógica industrial produtiva e consumista.

A supremacia do individual cede espaço para as dualidades. Justamente neste terreno são semeados os primeiros pensamentos e ações de um Design Participativo. Em 1971, no contexto pós II Guerra Mundial, emerge o Design centrado na ética, nos sistemas naturais e no homem (KAZAZIAN, 2005). Neste mesmo período, o designer e arquiteto austríaco Victor Papanek publica um livro pioneiro na questão: *Design for the real world*. O designer, por ser o responsável em conceber soluções às necessidades das pessoas, deveria considerar a inclusão do usuário no planejamento de produção de suas criações, tornando-os participantes neste processo e possibilitando a obtenção de resultados mais reais e significativos para com o contexto do destino final de suas criações (PAPANEK, 1995). Assim, os designers necessitam possuir habilidade social para conseguirem transmitir e tornar efetiva suas ideias e criações (LAWSON, 2011).

O termo desenvolvimento sustentável foi introduzido pela primeira vez na Conferência do Rio de 1992, buscando sintetizar as novas propostas da Ciência por um equilíbrio entre as dimensões social, econômica e meio ambiente (KAZAZIAN, 2005). O aparecimento deste termo, bem como sua demanda, influenciou fortemente o Design, possibilitando sua reorientação para com o contexto. Assim, poder-se-ia afirmar que, o Design participativo torna-se uma ferramenta intrínseca para um desenvolvimento sustentável. A realização de ações participativas no Design é uma atitude sustentável que considera e contempla a dinâmica existente entre as dimensões sociais, econômicas e ambientais.

A configuração de um momento contemporâneo, decorrente do acúmulo de diversos processos históricos, reorienta os holofotes para a questão da sustentabilidade. Este fato, ocasionalmente, acaba por atrair entidades que muitas vezes não partilham do propósito integral do termo. Sobre esta questão, quando o termo sustentabilidade é interpretado apenas nos aspectos ambientais, desconsiderando o social, a contribuição torna-se limitada face à insustentabilidade (BONSIEPE, 2011). Neste sentido,

“Precisamos pensar, relacionar, agir e acionar processos com sensibilidade. Precisamos promover novas relações fora das nossas zonas de conforto, aprender novas formas de colaborar e conduzir projetos, melhorar a capacidade de todos os cidadãos de se envolver em um diálogo significativo sobre seu meio ambiente e contexto e promover novos relacionamentos entre as pessoas que fazem as coisas e as pessoas que as utilizam” (THACKARA, 2008, p. 39).

No momento em que a dimensão social for preponderante à lógica do capital industrial, produtivo e consumista, os novos bens de consumo terão valor social agregado, desempenhando sua função com um melhor domínio (SILVA, 2009). Buscando ter a sustentabilidade como diretriz no Design de novos produtos, é necessário

“Basear-se fundamentalmente em recursos renováveis [...]; otimizar o emprego dos recursos não renováveis [...]; não acumular lixo que o ecossistema não seja capaz de renaturalizar; agir de modo com que cada indivíduo, e cada comunidade das sociedades “ricas”, permaneça nos limites de seu espaço ambiental e, que cada indivíduo e comunidade de sociedades “pobres” possam efetivamente gozar do espaço ambiental ao qual potencialmente têm direito” (MANZINI & VEZZOLI, 2002, p. 28).

Em continuação, esses mesmos autores apresentam algumas estratégias que visam nortear a concepção de um novo produto que seja sustentável. As estratégias são as seguintes:

- Minimização dos recursos: reduzir o uso de materiais e de energia;
- Escolha de recursos e processos de baixo impacto ambiental: selecionar os materiais, os processos e as fontes energéticas de maior ecocompatibilidade;
- Otimização da vida dos produtos: projetar artefatos que perdurem;
- Extensão da vida dos materiais: projetar em função da valorização (reaplicação) dos materiais descartados;
- Facilidade de desmontagem: Projetar em função da facilidade de separação das partes e dos materiais” (Idem, Op. cit, p. 105-106).

A busca por sustentabilidade no contexto contemporâneo, também pode ser identificada pelo apontamento de um Design Alternativo, em face das tecnologias alternativas (BONSIEPE, 2012). Essa denominação para a área do Design indica um processo de ruptura no status quo dominante. Esse mesmo autor assinala as novas conotações no Design, dentre elas o Design Participativo, onde o papel do designer é o de catalisador ao favorecer sua interação com o usuário dentro do processo de geração de novos bens de consumo. E para que haja uma interação entre designer e usuário se faz necessário abordar uma metodologia que promova atividades participativas no procedimento de tomada de decisão na elaboração e/ou execução de um projeto, produto, infraestrutura e/ou serviços. Neste sentido, a participação do usuário torna-se essencial (SHIMBO & INO, 2004).

Afinal, como verificado nos trabalhos do educador popular Paulo Freire (1990), para se conhecer os grupos de indivíduos que se pretende pesquisar

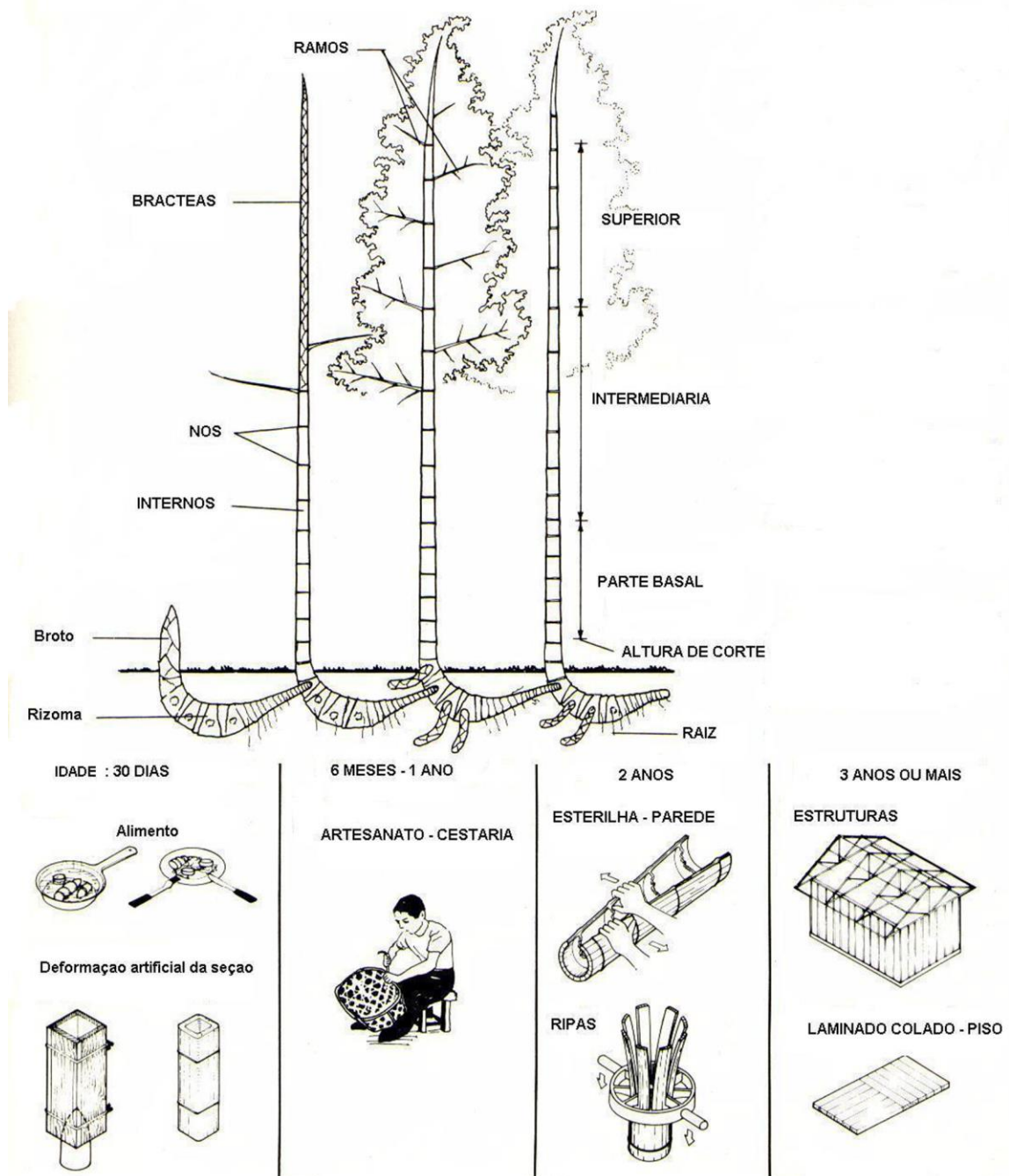
conjuntamente, seus níveis de percepção do real e seus modos de pensar, estes não podem ser abordados como apenas ocorrência dos estudos elaborados. E mais, nesta relação, além do reconhecimento da realidade em que se inserem os envolvidos, a maneira como deve ser feita a abordagem para a disseminação e capacitação em um novo conhecimento, deve respeitar a autonomia de cada um no seu próprio processo de saber e aprender (FREIRE & NOGUEIRA, 1989). Isto é, resguardando as particularidades entre as áreas de Pedagogia e de Design, a concepção de um projeto, produto, serviço e/ou infraestrutura, por meio do Design Participativo, deve emergir a partir do repertório dos envolvidos, de seus costumes, suas tradições, seus históricos de vidas e seus anseios.

4.3. O BAMBU

4.3.1. Características gerais

O bambu é uma gramínea de conhecimento pouco difundido no Ocidente, porém sendo muito pesquisado no Oriente. Esse vegetal é utilizada pelo ser humano há milênios, sendo estimado que, atualmente, contribua no dia a dia de mais de um bilhão de pessoas (SASTRY, 1999 apud PEREIRA & BERALDO 2008). Estes mesmos autores discorrem que o bambu tem acompanhado o ser humano no fornecimento de uma infinidade de itens, servindo como alimento em sua fase inicial de vida – brotos; como matéria prima para utensílios e ferramentas - colmos jovens, isto é, menos de dois anos; e na construção de moradias com colmos adultos - a partir de três anos (Figura 1).

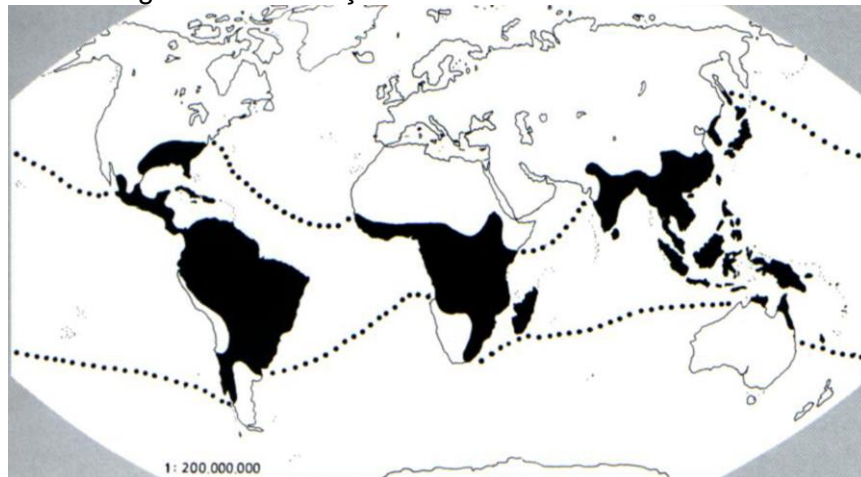
Figura 1. Usos do bambu de acordo com a sua idade na mata.



Fonte: adaptado pelo autor de Hidalgo-López (2003).

A quantidade de espécies de bambus existentes é estimada em até 1.600 (HIDALGO-LÓPEZ, 2003; PEREIRA & BERALDO, 2008; VAN DER LUGT, VOGTLÄNDER & BREZETE, 2009; GRECO & CROMBERG, 2011 apud RAMOS, 2015). A distribuição dos bambus nativos no mundo é estimada em 62% na Ásia, 4% na África e Oceania e os outros 34% nas Américas, especialmente a América do Sul (HIDALGO-LÓPEZ, 2003) (Figura 2).

Figura 2. Distribuição mundial de bambus nativos.



Fonte: Recht & Wetterwald (1992) apud Pereira & Beraldo (2008).

No Brasil, a concentração de bambus nativos chega a 232 espécies, o equivalente a 65% do total nas Américas (FILGUEIRAS & GONÇALVES, 2004). Apesar desta expressiva concentração de espécies nativas, encontradas nos biomas da Floresta Atlântica, Floresta Amazônica e Cerrado (Tabela 1), o Brasil não dispõe o equivalente em desenvolvimento científico e industrial para sua exploração.

Tabela 1. Biomas brasileiros onde são encontrados os bambus.

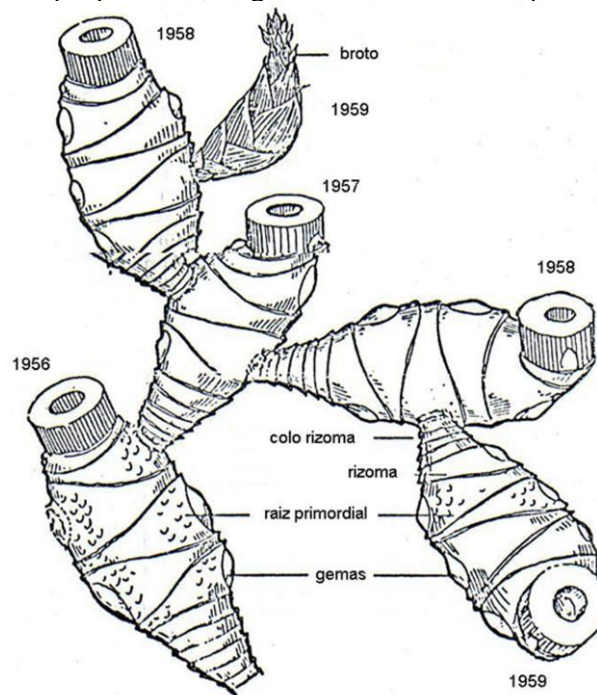
Localização	Porcentagem
Floresta Atlântica	65,00%
Floresta Amazônica	26,00%
Cerrado	9,00%

Fonte: Adaptado de Filgueiras & Gonçalves (2004).

Quanto à sua estrutura básica, o bambu é composto por partes aérea e subterrânea. Configuram a parte aérea os colmos, os galhos e as folhas, e na subterrânea as raízes e os rizomas. O papel do rizoma apresenta importância fundamental, pois é nele que são armazenados os nutrientes necessários para o desenvolvimento do bambu, além de ser o responsável pela sua propagação (PEREIRA & BERVALDO, 2008). Isto é, o surgimento de novos colmos deve-se à ramificação dos rizomas. Esta divisão ocorre de duas maneiras, originando os dois grupos principais, o bambu do tipo moita e do tipo alastrante (Idem, Ibidem). Tais autores especificam que, a primeira forma de ramificação confere o desenvolvimento

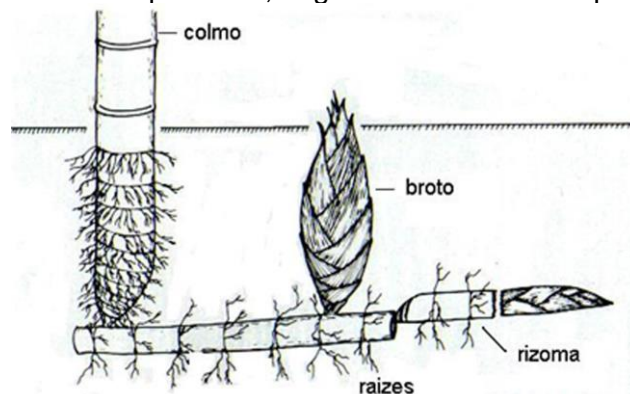
de colmos uns próximos aos outros - rizoma paquimorfo (Figura 3); enquanto a segunda maneira apresenta colmos que se desenvolvem distantes uns dos outros - rizoma leptomorfo (Figura 4).

Figura 3. Rizoma paquimorfo, originando bambus do tipo moita/entouceirante.



Fonte: Hidalgo-López (2003).

Figura 4. Rizomas leptomorfo, originando bambus do tipo alastrante.

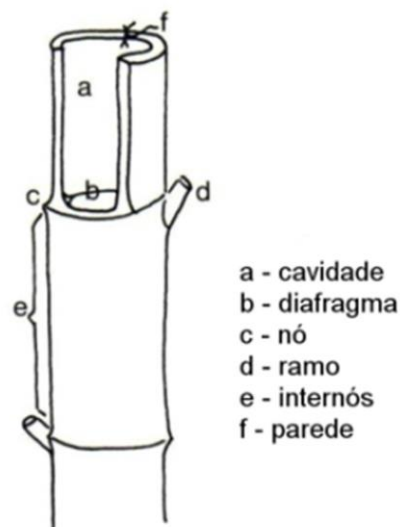


Fonte: Liese (1985) apud Pereira & Beraldo (2008).

Os colmos de bambus são ligeiramente cilíndricos e, em grande parte das espécies, ocos, salvo algumas espécies que são praticamente maciças, como espécies do gênero *Chusquea* (RAMOS, 2015). Os colmos dispõem de uma

segmentação de internós ocos, estando separados por diafragmas que na parte externa são vistos como os nós, conferindo a este vegetal flexibilidade, leveza e elevada resistência mecânica (PEREIRA & BERALDO, 2008). Destes nós saem os ramos laterais aéreos e as folhas. Todas estas características (Figura 5) apresentam adaptações nas distintas espécies, configurando variações nos bambus de portes pequenos, médios e grandes.

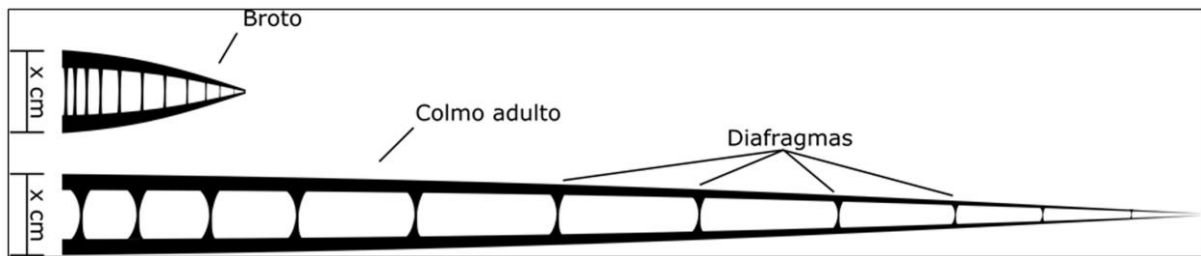
Figura 5. Seção da estrutura básica do colmo de bambu.



Fonte: Janssen (1988) apud Pereira & Beraldo (2008).

Independentemente da espécie observada, os colmos de bambus apresentam, desde seu nascimento até o fim de sua vida, o mesmo diâmetro e quantidade de diafragmas (Idem, Ibidem) (Figura 6). Esses dois pesquisadores continuam, constatando que da base até ponta do colmo, seu formato apresenta perda de diâmetro, determinando um afunilamento. Por sua vez os internós, na maioria das espécies, aumentam da base até a metade do colmo e diminuem desta região até o seu topo, mantendo com uma média entre 20 a 35 cm (LIESE, 1985 apud PEREIRA & BERALDO, 2008). Os mesmos autores afirmam que o diâmetro dos colmos subsequentes chega ao seu máximo desenvolvimento, por volta do quarto ou quinto ano, contados a partir do plantio, e que em uma mesma espécie, as dimensões são relativas ao meio ambiente implantado e à idade do plantio.

Figura 6. Comparação do diâmetro e quantidade de diafragmas entre um broto de bambu com um bambu adulto.



Fonte: Pereira & Beraldo (2008).

4.3.2. O bambu na construção

Atualmente, o desenvolvimento e a aplicação de novos materiais que consumam menos energia para sua extração, transporte e processamento, condicionando a um reduzido custo econômico e ambiental, tem se tornado uma necessidade indispensável nas áreas do Design, Arquitetura e Engenharia Civil. Sendo o bambu um recurso com características sustentáveis, este satisfaz a “[...] algumas exigências fundamentais para o futuro da humanidade, como: minimização do consumo de energia, conservação dos recursos naturais, redução da poluição e manutenção de um ambiente saudável” (GHAVAMI & MARINHO 2005, p. 107-108).

Os bambus mais interessantes para usos na construção podem ser selecionados em função de suas características. O bambu pertence à família das gramíneas *Gramineae (Poaceae)* e subfamília *Bambusoideae* com divisão entre bambus herbáceos e bambus lenhosos (HIDALGO-LÓPEZ, 2003). Em estudos de Filgueiras & Gonçalves (2004) foram apresentadas as características destes dois grandes grupos, os bambus herbáceos e os lenhosos (Tabela 2). Neste sentido, é possível indicar os bambus lenhosos como sendo mais propícios para sua exploração na construção, devido as suas dimensões e resistência mecânica dos colmos.

Tabela 2. Características dos bambus herbáceos e bambus lenhosos.

Características	Herbáceos	Lenhosos
1. Comprimento	Geralmente , 2 m	1 - 35 m
2. Ramificações	Simples	Complexas
3. Consistência do colmo	Herbáceo (não lignificado; facilmente quebrável entre dois dedos)	Lenhoso (lignificado; inquebrável entre dois dedos)
4. Folha do colmo	Ausente	Presente
5. Lígula externa	Ausente	Presente
6. Flores	Unissexuais	Bissexuais
7. Florescimento	Contínuo (Policárpico)	Sazonal (monocárpico)
8. Exposição direta ao sol	Intolerante	Tolerante

Fonte: Filgueiras & Gonçalves (2004) apud Silva (2010).

Outros importantes fatores que tornam o bambu de interesse para o setor da construção são devidos a “[...] forma tubular acabada, estruturalmente estável, uma baixa densidade, uma geometria circular oca, otimizada em termos da razão resistência mecânica/massa específica do material” (GHAVAMI, 1989; MOREIRA & GHAVAMI, 1995 apud PEREIRA & BERALDO, 2008, p. 123). No que diz respeito à anatomia do bambu, o colmo tem em sua composição 10% de tecidos condutores, 40% de fibras e 50% de células parenquimáticas (PEREIRA & BERALDO, 2008). Os mesmos autores afirmaram que a quantidade de fibras no colmo de bambu aumenta da base até o seu topo, enquanto o parênquima decresce. E continuaram, discorrendo que o teor de fibras é a principal responsável pela grande resistência mecânica do bambu.

A resistência máxima é obtida em colmos adultos e secos se comparados com colmos jovens e imaturos (SILVA, 2010). O autor ainda afirma que os colmos ganham resistência à flexão até os oito anos de idade, enquanto que o ganho em compressão e tração segue até seus seis anos de idade. E prossegue em sua observação, indicando que nos colmos com idade superior a seis anos, tais características mecânicas sofrem uma diminuição. Neste sentido, colmos adultos, com mais de três anos, são mais indicados para usos que exijam esforços físicos e resistências mecânicas, enquanto que colmos jovens, com idade inferior a três anos, e os brotos, respectivamente, não são aptos para usos construtivos estruturais (HIDALGO-LÓPEZ, 1981).

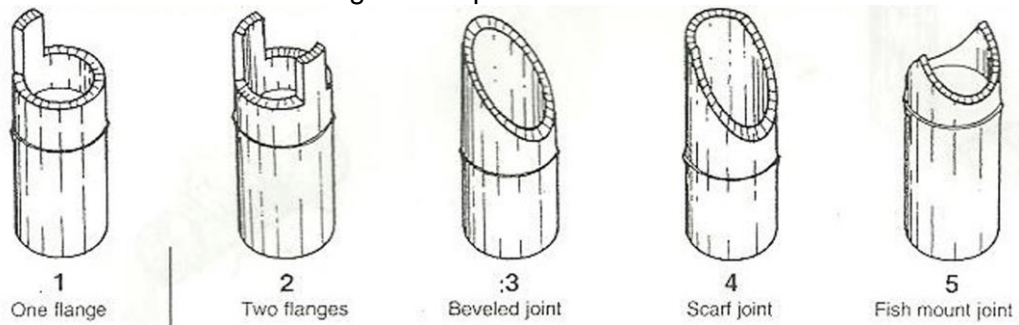
Outro ponto interessante é a inércia térmica do bambu. Quando comparado com a madeira, sua condutividade térmica para uma transmissão de calor na direção

longitudinal, considerando iguais condições de umidade para bambu e madeira, se mostra 25% inferior no bambu; já a transmissão de calor radial permanece no bambu 15% menor do que o ocorrido na madeira (GHAVAMI, 2001 apud SILVA, 2010). Ao analisar a cadeia produtiva da madeira, considerando o tempo necessário para seu cultivo, à mão-de-obra necessária e os custos gerados, o uso do bambu torna-se mais interessante (RUBIO LUNA, 2007).

Quanto às formas de emprego do bambu na construção, torna-se possível a sua associação com outros materiais como argamassa armada, concreto, solo-cimento e gesso, podendo ser aplicado na forma natural para a confecção de tesouras, vigas, pilares, entre outros; na forma de ripas como reforço para componentes de matrizes cimentícias etc.; e na forma de placas de trançados, utilizados em muros, forros e fechamentos (ALVES, 2010). Outra possibilidade menos conhecida de seu uso é a combinação de suas fibras com argamassa de cimento com areia (BERALDO, 2006). Sobre esta aplicação, esse autor comentou as possibilidades de uso em mobiliários e componentes construtivos. O mesmo autor afirmou que o bambu utilizado desta maneira, é capaz de baratear o custo do produto final e se mostrar uma eficiente forma de armazenamento do carbono que foi sequestrado durante a etapa de crescimento do vegetal.

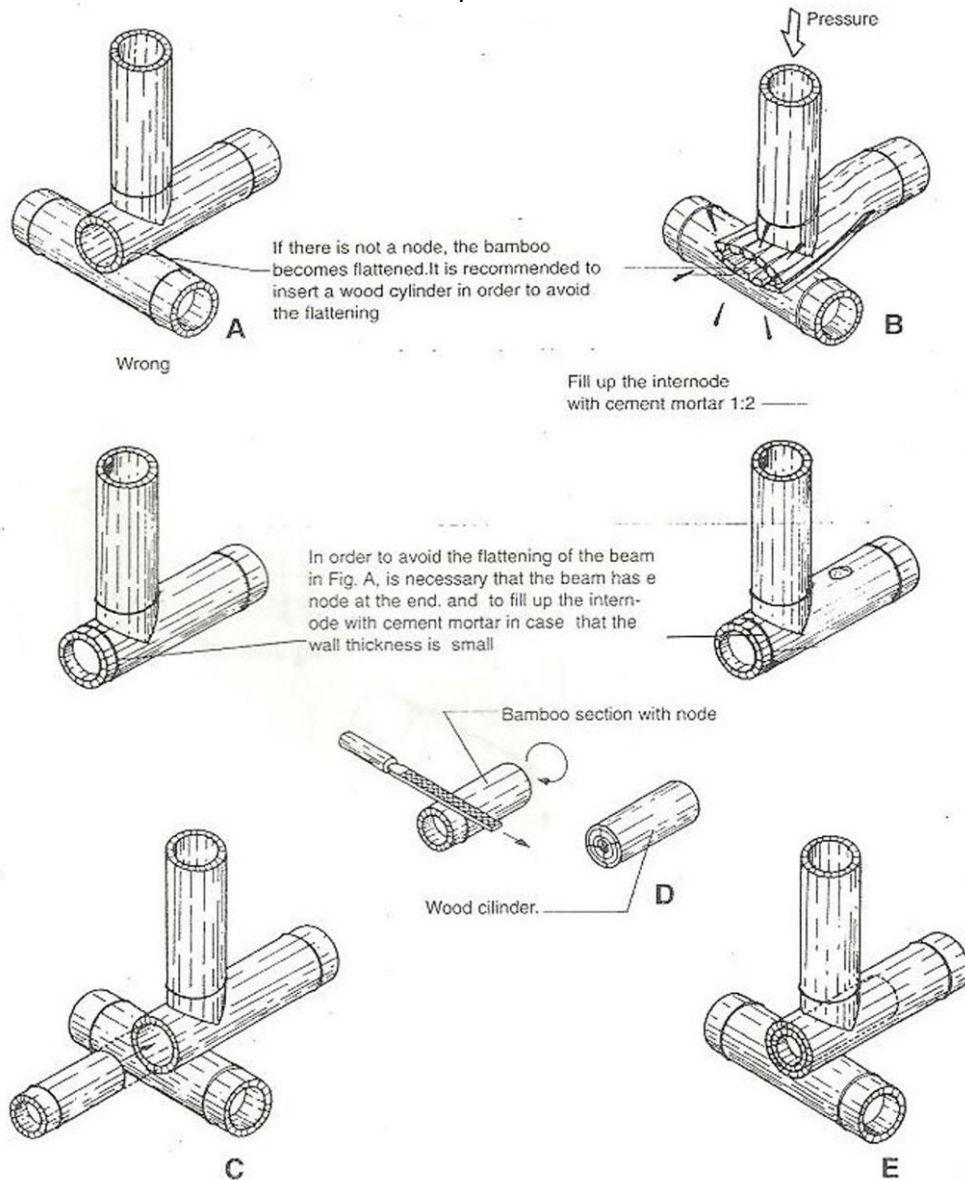
Para que a utilização do bambu seja feita de maneira eficiente na execução de qualquer projeto, há a necessidade de se aplicar conhecimentos específicos de sua cadeia produtiva, “[...] analisando os processos de plantação, colheita, cura, tratamento e pós – tratamento [...]” (GHAVAMI & MARINHO, 2003, p. 415). Tanto conhecimentos da cadeia produtiva, quanto técnicas construtivas existentes são formas de se realizar o correto emprego do bambu (Figuras 7, 8, 9 e 10). Visando seu uso em natural no setor construtivo, é possível destacar três possibilidades de serem feitas as uniões entre os colmos, por meio de amarrações, encaixes ou conexões metálicas (RUGGIERO, 2015). As amarrações e os encaixes apresentam uma fácil construtibilidade e menor custo econômico, em comparação com as conexões metálicas. Para as amarrações são utilizados, na maior parte dos casos, arames galvanizados e fibras sintéticas ou naturais (Idem, Ibidem).

Figura 7. Tipos de encaixes.



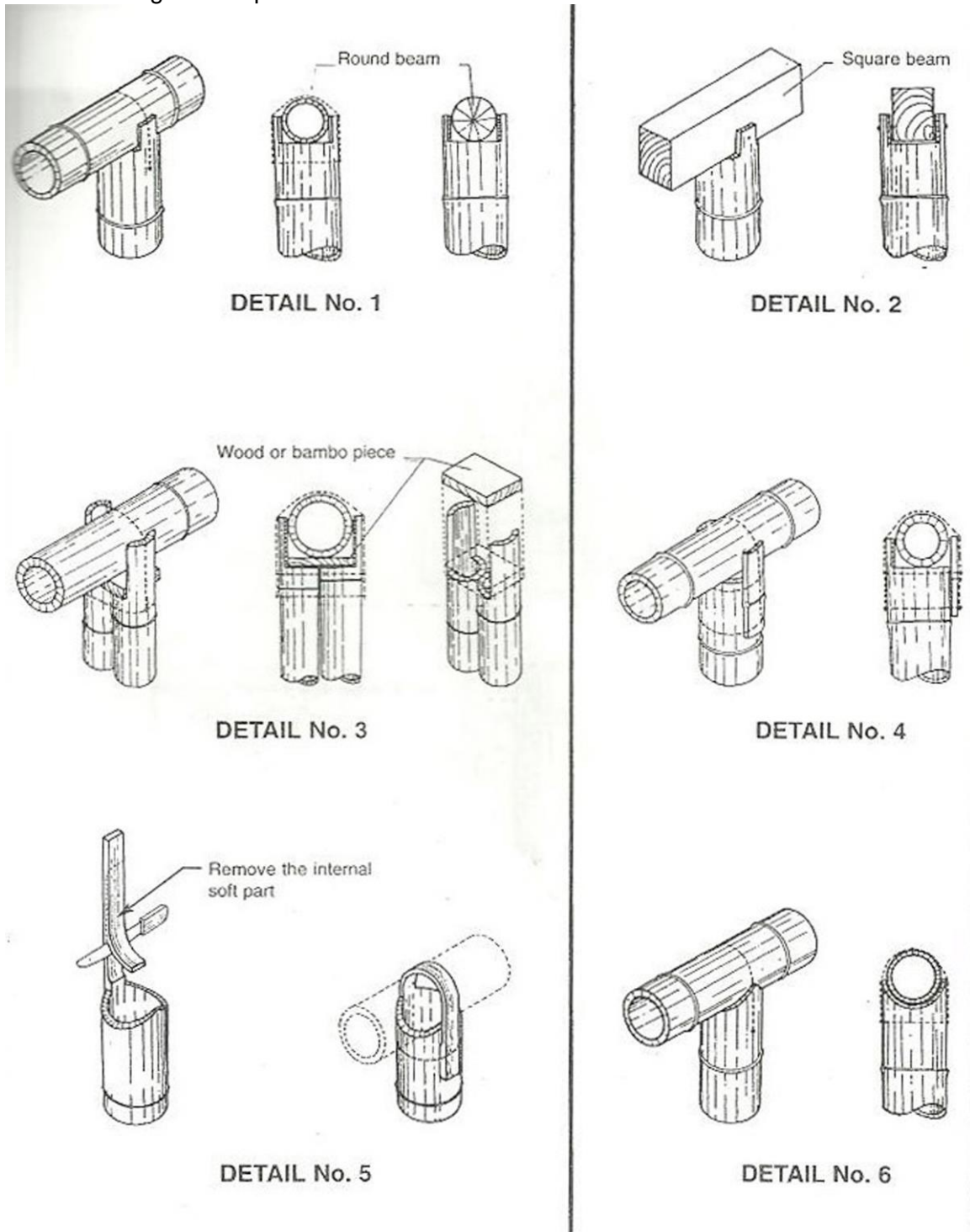
Fonte: Hidalgo-López (2003).

Figura 8. Uso correto do bambu em componentes da construção sobre efeito da compressão.



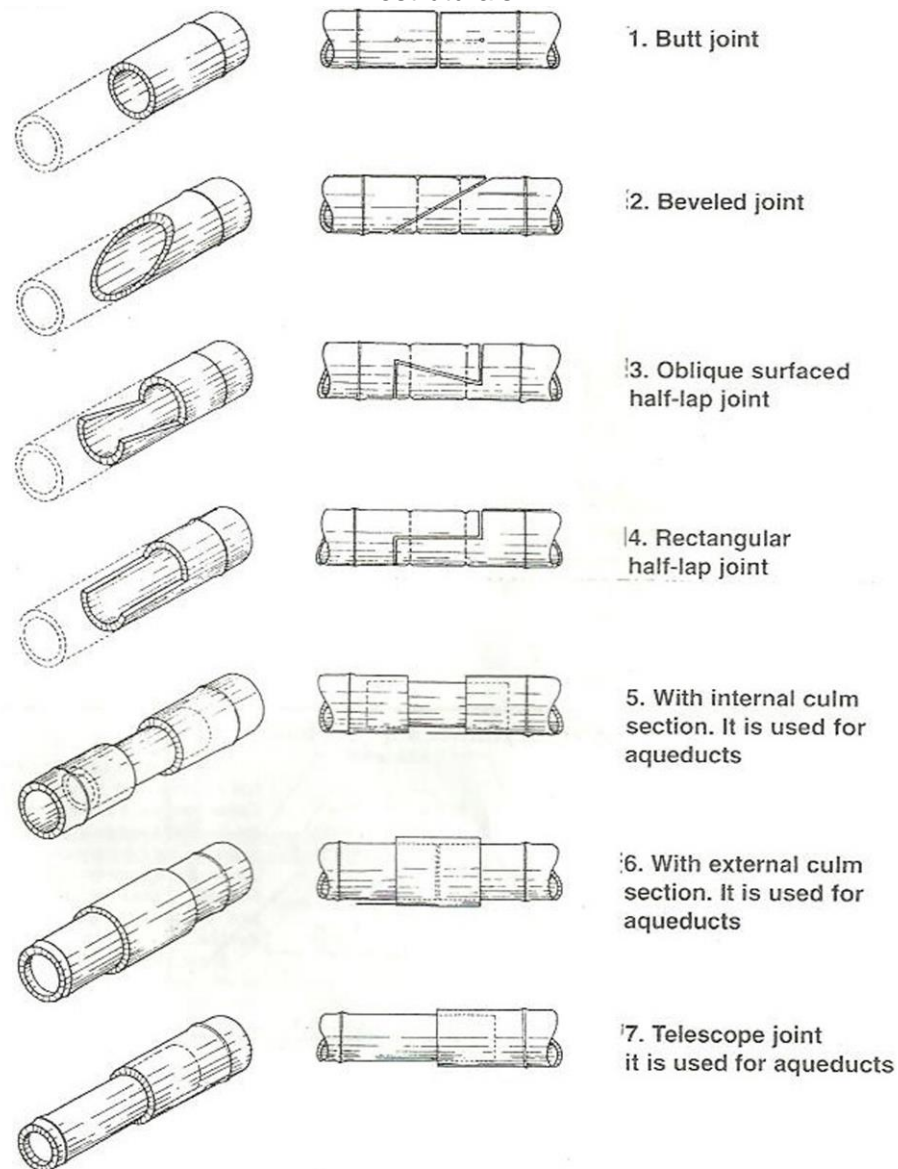
Fonte: Hidalgo-López (2003).

Figura 9. Tipos de encaixes entre bambus e bambu com madeira.



Fonte: Hidalgo-López (2003).

Figura 10. Tipos de encaixes horizontais, indicados para elementos construtivos não estruturais.



Fonte: Hidalgo-López (2003).

4.3.3. Tratamentos preservativos

Por ser uma matéria prima de origem vegetal, os colmos de bambus, assim como qualquer outro elemento de mesma natureza, e uma vez visados para uso na construção, devem passar por tratamentos preservativos contra o ataque de insetos e fungos. Esta ação pode ser mais bem sucedida quando sua aplicação em determinado projeto for adequado, isto é, no caso do bambu, torna-se imprescindível que as construções apresentem beirais amplos e que não haja o contato dos colmos de bambus com o solo (PEREIRA & BERALDO, 2008).

O bambu tem como

“[...] principal característica química [...] a presença do amido nas células parenquimáticas. [...] [E sendo estas] mais numerosas nas camadas internas do colmo, o ataque do caruncho [*Dinoderus minutus*] sempre se inicia nesta região. Os nós e as camadas mais externas apresentam maior quantidade de cinzas e sílica” (RUGGIERO, 2015, p. 27).

A presença do teor de amido na composição química do bambu é o fator que, principalmente, determina seu ataque pelos insetos xilófagos (PEREIRA & BERALDO, 2008). Outro fator determinante para a obtenção de um colmo apto para uso construtivo, diz respeito à época de corte dos colmos. Isto porque, em comparação entre época de seca com de chuvas, os colmos apresentam diferenças importantes que influenciarão na sua qualidade e durabilidade (Idem, Ibidem) (Tabela 3).

Tabela 3. Corte de bambus entouceirantes: diferenças entre as épocas de chuvas e de seca.

COLHEITA DOS COLMOS	
Época de chuvas	Época de seca
. Risco de danificação dos brotos em nascimento	. Ausência de brotos nascendo
. Maior teor de umidade	. Menor teor de umidade
. Maior quantidade de seiva em circulação	. Menor quantidade de seiva em circulação
. Menor possibilidade de defeitos nos colmos em sua secagem	. Maior possibilidade de defeitos nos colmos em sua secagem
. Insetos xilófagos mais ativos	. Insetos xilófagos menos ativos ou em hibernação

Fonte: adaptado pelo autor de Pereira & Beraldo (2008).

No que diz respeito aos métodos existentes para tratamentos dos colmos de bambus, existem os naturais e os químicos. Os métodos tradicionais apresentam custos menores e não utilizam nenhum produto químico, porém, os resultados alcançados não são os mais eficazes (AZZINI & BERALDO, 2001 apud PEREIRA & BERALDO, 2008). Como exemplos, esses pesquisadores citaram a cura ou maturação na mata, cura pela imersão na água, cura pela ação do fogo e cura pela

ação da fumaça. Os mesmos autores, tratando dos métodos químicos citaram o uso de produtos oleosos, produtos oleossolúveis e produtos hidrossolúveis. E também citaram exemplos de tratamentos com este último produto químico, tais como a imersão em solução de sais hidrossolúveis, substituição de seiva por sais hidrossolúveis através da transpiração e tratamento sob pressão com autoclave e *Boucherie* modificado. No que diz respeito aos meios químicos, estes propiciam maior eficiência na proteção dos colmos contra o ataque do caruncho e elevam a durabilidade dos colmos em contato a umidade (Idem, Ibidem).

Em síntese, a principal diferença existente entre os tratamentos naturais e os químicos, é que no primeiro, a preservação do colmo se dá em função da eliminação ou degradação total ou parcial do amido. Por sua vez, nos métodos químicos, o foco é fazer com que um determinado produto químico penetre profundamente na estrutura do colmo, podendo ocorrer ou não a substituição da seiva do bambu, de acordo com o método escolhido. Depois de tratados, os colmos devem permanecer estocados em local coberto e ventilado, para que então ocorra a secagem de maneira gradual até atingirem um teor de umidade abaixo de 20%, habilitando-os para usos diversos (Idem, Ibidem).

4.3.4. Incentivo ao uso do bambu no Brasil

O planejamento de produção de novos componentes construtivos que utilizem o bambu vão de encontro à Lei 12484/11 (Lei do Bambu) que institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu tendo por objetivo o desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil, como preconizado em seu artigo 5º parágrafo I “incentivar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico voltados para o manejo sustentado, o cultivo, os serviços ambientais e as aplicações dos produtos e subprodutos do bambu” (Anexo 1).

4.4 A TERRA

4.4.1. Técnicas construtivas com terra

O setor da construção, se comparado com qualquer outra atividade econômica, sozinho, é o que mais consome matérias-primas, representando quase 50% em massa do total (TORGAL & JALALI, 2010). Mesmo com todo este consumo, é estimado que no mundo, 100 milhões de pessoas não possuem habitações, o que aumenta para 1 bilhão se desconsideradas as construções em estados precários e deteriorados (ONU apud SALEME et. al., 2003). E mais, nesse setor, a possibilidade de esgotamento de matérias-primas não renováveis é precedida pelos impactos ambientais já causados nas extrações realizadas até o momento (MEADOWS et. al., 2004 apud TORGAL & JALALI, 2010). Neste sentido, a utilização de materiais como bambu, a terra e os resíduos, visando o desenvolvimento de novos componentes construtivos, pode apresentar soluções factíveis para a redução da insustentabilidade na área da construção.

A utilização da terra para a construção data juntamente com o desenvolvimento inicial das primeiras sociedades agrícolas, entre 12.000 a 7.000 aC (TORGAL & JALALI, 2010). As técnicas de construção com terra que surgiram nas diversas civilizações do passado e chegaram até os dias atuais, sofreram adaptações durante as invasões e colonizações, fatos sociais comuns na história da humanidade (NEVES & FARIA, 2011). Por isso a existência de tantas semelhanças e particularidades das técnicas de uma região para outra. A utilização da terra como material para construção tem sido feita desde a Pré-história e as mudanças ocorridas a partir da segunda metade do Século XIX, com o aparecimento de novos materiais industrializados, levaram à diminuição do seu uso, sendo muitas vezes marginalizadas nas construções públicas e privadas (Idem, Ibidem).

A terra é constituída por partículas de silte, argila e areia, apresentando diferenças em seus teores e características para cada tipo de solo (TORGAL & JALALI, 2010). Praticamente qualquer tipo de terra pode ser utilizado como material de construção, exceto terras altamente orgânicas ou com predominância de argilas expansivas (NEVES et al., 2009). Porém, mesmo as terras aptas para uso na construção, devem passar por uma avaliação de sua composição, para que posteriormente possa ser efetuada a sua classificação. Assim, nos casos em que

seja necessário a utilização de terra com textura, mas o que se têm é uma terra argilosa, deve-se lançar mão do emprego de quantidades corretas de outro tipo de terra para que seja possível sanar essa deficiência.

É comum pensar na construção com terra que cuja extração seja efetuada no próprio local da obra, mas, algumas vezes, a mistura de dois ou mais tipos de terras podem produzir melhores resultados. Isto quer dizer que a localidade de aquisição do solo pode se estender para uma área de maior perímetro. De um modo geral, as propriedades físicas e mecânicas da terra utilizada na construção, podem ser melhoradas com a adição de produtos estabilizadores, como fibras vegetais que reduzem o efeito de retração ocorrido na secagem do barro. Quando misturadas com cimento, as fibras vegetais necessitam passar por um tratamento prévio, devido à presença de substâncias inibitórias à pega do aglomerante (APUAMA, 2014). Tal tratamento pode ser feito por meio de lavagem com água quente ou fria em solução alcalina, como cal hidratada, ou por meio da ação de catalisadores, como sulfato de alumínio (Idem, Ibidem).

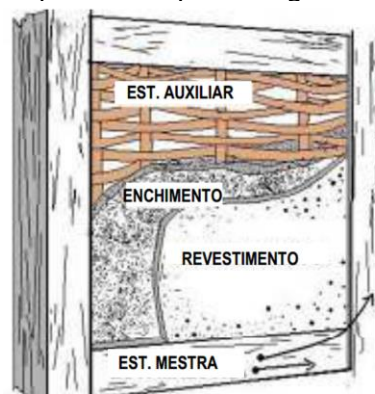
A utilização da terra como material de construção pode ser feita de dois modos: numa mistura plástica, obtendo-se o barro; ou numa mistura úmida, denominada terra comprimida (NEVES et al., 2009). Como referência, esses autores agruparam a maioria das técnicas construtivas com terra em três sistemas: o monolítico, a alvenaria e as técnicas mistas. No sistema monolítico “[...] se encontram as técnicas de terra compactada, geralmente em moldes, com as denominações mais conhecidas como taipa, tapial, taipa de pilão, e painéis de solo-cimento [...]” (Idem, Op. cit., p. 12). Na alvenaria estão presentes as técnicas de blocos e tijolos, podendo ser confeccionados por compactação ou prensados, denominados por blocos de terra comprimidos e adobe. Em técnicas mistas são agrupadas “[...] as técnicas construtivas que utilizam principalmente a madeira como estrutura portante e a terra como material de enchimento do entramado [...]” (Idem, Ibidem). Neste último sistema, o seu uso ocorre em várias regiões, sendo caracterizado “[...] pela combinação de madeira, bambu, varas, palha, fibras, com a terra e, eventualmente, aglomerante” (NEVES & FARIA, 2011, p. 9).

4.4.2. Técnica mista

A associação de bambu com terra e resíduos, para o planejamento de produção de novos componentes construtivos, apresenta uma cadeia produtiva que pode ser caracterizada como um sistema sustentável e adaptável. Esta junção de materiais, denominada como técnica mista, possibilita “[...] a participação comunitária e o trabalho da mão-de-obra local” (ESPERANZA GARZÓN, 2011, p. 62). Essa autora se referiu à técnica mista como sendo de rápida execução, e quando aplicada com o auxílio das inovações resultante do desenvolvimento tecnológico, podem apresentar baixo custo e “[...] contribuir significativamente no processo de produção social do habitat” (Idem, Ibidem).

A principal razão pela adoção das técnicas mistas na construção se deve pela variedade dos materiais possíveis de serem utilizados. Essa técnica construtiva é configurada pela estrutura portante/mestra; estrutura auxiliar ou entramado, correspondente ao esqueleto da mestra e podendo ser confeccionado com materiais de origem vegetal e/ou industrial; enchimento do entramado e revestimento do enchimento, sendo utilizada a terra (Idem, Ibidem) (Figura 11). Quanto ao enchimento, este pôde ou não ser aplicado. Quando ausente, confere uma construção leve e de baixa inércia termal, e uma vez presente, tais características são, geralmente, opostas. Vale ressaltar que a técnica mista pode ser aplicada em praticamente toda a composição de uma obra, como fechamentos e coberturas. Em consonância ao objetivo desta pesquisa de mestrado, neste trabalho será tratado o uso da técnica mista aplicada para a concepção de fechamentos.

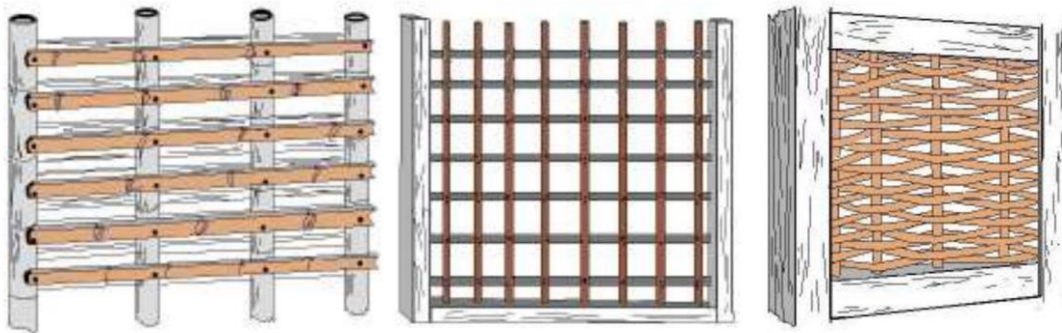
Figura 11 – Componentes que configuram a técnica mista.



Fonte: Esperanza Garzón (2011).

A estrutura mestra é constituída por elementos principais e secundários, sendo os principais as peças que conferem as características física e plástica da estrutura; os secundários são peças que unidas as principais podem apresentar mudanças nas características citadas. A estrutura auxiliar é destinada a suportar e fixar o enchimento e/ou os revestimentos. Também é possível empregar vários materiais, determinando a sua forma em rígida ou flexível. Pode ser feita com entramado de bambus, na forma de colmos inteiros ou com tiras/ripas. Também existe a possibilidade de associar elementos que contribuam para a plástica final do fechamento, como garrafas de vidro. (Figura 12).

Figura 12. Exemplos de estrutura auxiliar: bambu de entramado duplo alternando a face da estrutura mestra; entramado gradeado no centro da estrutura mestra e entramado alternado estreito no meio da estrutura.



Fonte: Esperanza Garzón (2011).

O enchimento e revestimento são confeccionados através de técnicas construtivas com terra. O enchimento deve ser estável e compatível com a estrutura mestra e auxiliar. Sua forma influencia no aspecto final do componente construtivo. O revestimento serve para proteger o enchimento das ações de intempéries, exigindo diferentes técnicas construtivas com terra se comparado com o enchimento. Quando empregado somente os revestimentos, o componente construtivo torna-se mais leve do com enchimento e revestimentos.

As terras indicadas para serem utilizadas no enchimento das técnicas mistas, “[...] devem conter grãos finos e uma porcentagem de argila suficiente para dar plasticidade à mistura, uma boa ligação com as fibras e com o entramado” (Idem, Op. cit., p. 65). A areia é um importante elemento porque é a parte que dará

estabilidade à terra, e recomenda-se o mínimo de 50% de areia na mistura. O silte é o elemento de transição entre a argila e a areia, sendo vulnerável a alterações de volume na presença de água. Uma construção com excesso de silte não apresenta muita coesão e pode vir a se degradar com a umidade, sendo recomendado que seu teor na composição da terra não deva ultrapassar 30%. A argila é o elemento que garante a coesão da terra, permitindo a aderência das fibras vegetais contidas na mistura, sendo recomendado que o teor de argila presente na terra deva ser da ordem de 20%.

Já as terras indicadas para serem utilizadas no revestimento das técnicas mistas, devem agregar “[...] durabilidade e elasticidade e diminuir a permeabilidade [...]”, e sua aplicação como proteção “[...] parte da necessidade de gerar superfícies mais resistentes do que as dos sistemas construtivos da base, mas sem que se perca a capacidade de troca de ar e vapor de água com o meio ambiente” (Idem, Op. cit., p. 67). A mesma autora relatou que para revestimentos é recomendado que o solo utilizado contenha teores de seus elementos constituintes aproximadamente na ordem de “[...]2% de areia grossa; 76% de areia fina; 13% de silte e 9% de argila” (Idem, Ibidem).

4.5. RESÍDUOS

O contínuo crescimento populacional, somado à expansão dos centros urbanos, agrava a questão das grandes quantidades de lixos produzidos. A falta de uma política de reciclagem que seja eficiente, ainda condiciona a desastres naturais. Por sua vez, os impactos causados viram o objeto de estudo, enquanto seria mais efetivo, concomitantemente, a elaboração de “[...] Programas de Reciclagem que permitam valorizar e incentivar a industrialização de resíduos gerados nos Setores: industriais urbanos e rural e extrativistas” (ALVES, 2010, p.15).

De acordo com a NBR 10004, os resíduos sólidos são definidos como

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem

inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004, p.1).

Esta mesma norma classifica os resíduos em duas categorias, resíduos classe I e resíduos classe II. Os resíduos de classe I são tidos como perigosos, apresentando características infecto contagiosas e físico químicas, tais como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade. Por sua vez, os resíduos classe II são subdivididos em duas subdivisões; resíduos classe IIA - não inertes; e resíduos classe IIB - inertes. Os resíduos classe II não são perigosos à saúde humana de forma direta, mas são nocivos à natureza. Os resíduos classe II A – não inertes, apresentam propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, sendo capazes de produzir doenças nos vegetais, nos animais e no ser humano. Já os resíduos classe II B – inertes, são os que

“[...] submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor” (Op. cit, p. 11).

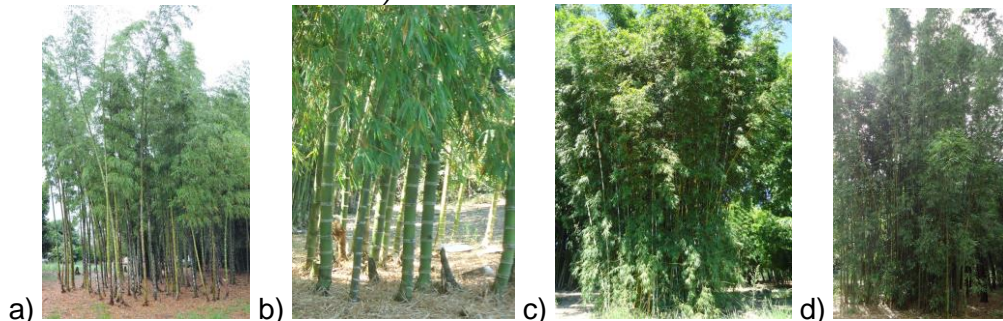
Como exemplo de resíduos sólidos, podem ser citadas as embalagens longa vida, amplamente empregadas em alimentos líquidos, como por exemplo, caixa de leite e tubos de creme dental; uma diversidade de polímeros, como a PET, PVC, PP e PS; fibras vegetais, tais como sisal, casca de coco verde, bagaço de cana, fibras de bambu e fibras de madeira; borracha de pneu e até mesmo entulho de demolição de obras (ALVES, 2010). Todos estes materiais apresentam enormes potenciais para usos diversos. Salvo determinadas características, é possível utilizar resíduos na construção, como o caso das fibras vegetais aplicadas em matrizes cimentícias, minerais ou poliméricas (Idem, Ibidem).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. CADEIA PRODUTIVA DO BAMBU

Os colmos de bambus foram obtidos da coleção existente na Área Agrícola do Projeto Bambu - UNESP, campus de Bauru. O local possui aproximadamente 23 espécies de bambu, sendo 13 consideradas prioritárias, sob a dimensão econômica (INBAR, 1994). Nesta pesquisa, as espécies utilizadas para a confecção dos protótipos físicos dos painéis modulares foram *Bambusa tuldoides*, *Bambusa oldhamii*, *Guadua angustifolia* e *Guadua chacoensis* (Figura 13). A escolha destas quatro espécies se deu pela comprovada viabilidade em suas aplicações no ramo construtivo, devido à existência de diversos estudos técnicos. Outro ponto importante são suas dimensões, colmos de grande porte para o gênero *Guadua* e médio porte para o gênero *Bambusa*. Fatores, cujas características geométricas ampliam as possibilidades de seus usos para a criação dos painéis.

Figura 13. a) *Guadua angustifolia*; b) *Guadua chacoensis*; c) *Bambusa tuldoides*; d) *Bambusa oldhamii*.



Fonte: autor.

Na etapa de colheita foram escolhidos colmos maduros, isto é, com idade a partir de três anos. A época do ano em que se realizou a colheita de todos os colmos das duas espécies *Guadua* e oito colmos da espécie *Bambusa tuldoides* foi agosto de 2015, mês de época seca. Já os colmos da espécie *Bambusa oldhamii* e 18 da espécie *Bambusa tuldoides* foram colhidos em janeiro de 2016. Esta diferença de época foi devido ao emprego destinado para os colmos colhidos em uma ou outra época. Aqueles colhidos em agosto configuraram a parte estrutural dos painéis modulares concebidos, enquanto que aqueles colhidos em janeiro foram aplicados nas esteiras e entramados dos painéis. Ao total, foram colhidos 43 colmos, destes,

dois *Guadua chacoensis*, nove *Guadua angustifolia*, 26 *Bambusa tuldoides* e seis *Bambusa oldhamii*.

Para corte dos colmos das espécies do gênero *Guadua* foi necessário o uso de moto-serra (Figura 14); já as espécies do gênero *Bambusa*, por causa de suas dimensões reduzidas, quando comparadas com o gênero *Guadua*, foram utilizadas serras manuais (Figura 15).

Figura 14. Corte e limpeza de colmos *Guadua chacoensis* e *Guadua angustifolia*.



Fonte: autor.

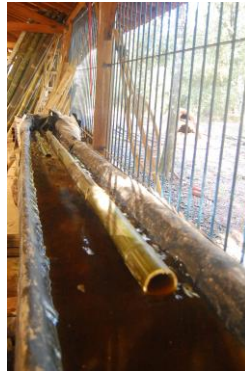
Figura 15. Corte e limpeza de colmos *Bambusa tuldoides* e *Bambusa oldhamii*.



Fonte: autor.

Depois de colhidos, todos os colmos receberam tratamento preventivo contra ataque de insetos xilófagos e fungos. Para isto, foram utilizados métodos naturais e químicos. Os métodos químicos empregados foram a imersão (Figura 16) e o sistema *Boucherie* modificado (Figura 17). Em ambos se utilizou solução de água com o sal hidrossolúvel octaborato de sódio, nas concentrações de 8 a 10% do sal para o total de água. Todos os colmos das espécies *Bambusa tuldoides* e *Bambusa oldhamii* foram tratados apenas por imersão, enquanto que os colmos das espécies *Guadua chacoensis* e *Guadua angustifolia* foram tratados pelo método de *Boucherie* Modificado por pressão. Na imersão, os colmos permaneceram no mínimo 30 min imersos. No *Boucherie* modificado os colmos permaneceram por, no mínimo, 3 horas conectados ao sistema.

Figura 16. Tanque para tratamento de colmos de bambus por imersão.



Fonte: autor.

Figura 17. Tratamento por *Boucherie* modificado por pressão.



Fonte: autor.

Os tratamentos naturais empregados foram o vapor d'água (Figura 18) e fumaça oriunda de matéria vegetal (Figura 19). Estes dois métodos foram desenvolvidos, de modo experimental, em um único sistema físico (Figura 20), com a finalidade de atuar diante a relação existente entre as necessidades da cadeia produtiva dos painéis desenvolvidos, com a realidade dos participantes desta pesquisa, ou seja, os moradores das duas comunidades locais. Quanto à sua concepção, é possível seu entendimento no item 6.1 DESIGN PARTICIPATIVO. Basicamente, o sistema de tratamentos naturais foi composto por um forno grande para a produção da fumaça, um forno pequeno para geração do vapor d'água e um conjunto de tambores conectados para alojar os colmos de bambus durante ambos tratamentos.

Os colmos que passaram por este sistema natural foram todos da espécie *Guadua chacoensis*, sendo seis da espécie *Guadua angustifolia* e oito da espécie *Bambusa tuldoides*. No sistema de tratamentos naturais, primeiro foi utilizado o vapor, onde a ação do fogo localizado abaixo de um recipiente de ferro contendo

água, permite a vaporização desta, sendo direcionada para os tambores que alojam os colmos. Com isto, busca-se a degradação do amido através do aumento da temperatura. Os colmos permaneceram em tratamento neste método por, no mínimo, 4 h.

Figura 18. a) Vaporização da água; b) Local de armazenamento dos colmos para tratar.



Fonte: autor.

Quanto à fumaça, o forno que a produz a partir da combustão de materiais vegetais, deve ser aceso e tampado, como ocorrido em fornos para a produção de carvão vegetal. A fumaça passa pelos barris onde os bambus devem estar armazenados. Neste método, a alta temperatura, somada à defumação dos colmos, favorecem a degradação do amido e a produção de compostos desagradáveis aos insetos que atacam bambus, respectivamente. Os colmos permaneceram por, no mínimo, 48 h sob este tratamento.

Figura 19. a) Forno iniciando queima; b) Colmos colhidos em processo de defumação.



Fonte: autor.

Figura 20. Sistema de tratamentos naturais – fumaça (forno grande à esquerda), vapor d'água (forno menor ao centro) e armazenamento dos bambus (tambores de ferro à direita).



Fonte: autor.

Depois dos tratamentos, os colmos foram estocados em túnel de vento, onde permaneceram alojados, até que estivessem com teor de umidade situado abaixo de 20%, sendo considerados aptos para o uso (Figura 21).

Figura 21. a) Estrutura do túnel de vento; b) Secagem em túnel de vento dos bambus colhidos e tratados.



Fonte: autor.

Visando verificar as diferenças que poderiam existir entre colmos tratados pelos métodos químicos e naturais, com colmos tratados somente quimicamente, três colmos de *Guadua angustifolia* não passaram pelos métodos naturais, somente pelo *Boucherie* modificado por pressão. Neste sentido, foi buscada a identificação visual de possíveis diferenças existentes entre estes dois grupos. Até o presente momento, o ocorrido com os colmos de bambus, considerando os tratados quimicamente e naturalmente foram – todos os colmos apresentaram fungos e mudança de sua cor natural, devido à ação da fumaça e do óleo presente nos tambores dos tratamentos naturais; os colmos das espécies *Guadua angustifolia* e *Guadua chacoensis* sofreram alterações físicas na casca e ataques por brocas (Figura 22). O aparecimento de fungos também aconteceu com os três colmos da espécie *Guadua angustifolia* tratados somente via *Boucherie* modificado.

Figura 22. Mudança de cor, alteração física, ataque por brocas e aparecimento de fungos, respectivamente, da esquerda para a direita.



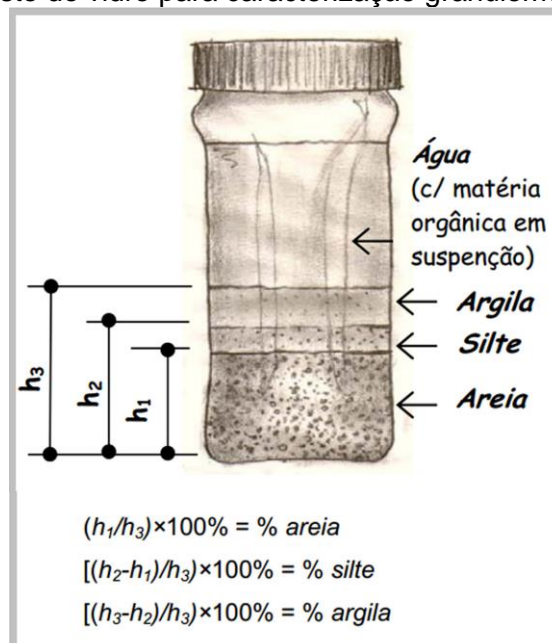
Fonte: autor.

5.2. USO DA TERRA

Para que a terra seja utilizada em técnicas construtivas é necessário realizar procedimentos técnicos que conduzam a sua aplicação correta. Assim, torna-se necessário determinar a classificação granulométrica de seus constituintes, por meio do ensaio de campo denominado teste do vidro, adaptado de Keable (1996) por Neves et. al. (2009) (Figura 23). Este teste consiste em:

- “Colocar uma porção de terra, seca e destorroada, em um vidro cilíndrico, liso e transparente, até cerca de 1/3 de sua altura;
- Adicionar água até [...] [completar a] altura do vidro, acrescentando uma pitada de sal (o sal ajuda a desunir – ou separar – as partículas de argila, porém, si é utilizado em demasia, pode atuar de forma contrária);
 - Tapar o vidro e agitar vigorosamente a mistura, para que haja a dispersão do solo na água;
 - Deixar em repouso por 1 hora e, em seguida, promover nova agitação;
 - Colocar o vidro em repouso, sobre uma superfície horizontal;
- Cada um dos componentes da terra decanta em tempos diferentes, formando distintas camadas, que podem ser visualizadas. O pedregulho e a areia decantam primeiro, por serem as partículas mais pesadas, seguidos pelo silte e, por último, pela argila. Se o solo contém matéria orgânica, esta flutuará na superfície da água.
- Quando a água estiver limpa, medir a altura das distintas camadas” (NEVES et. al., 2009, p.18).

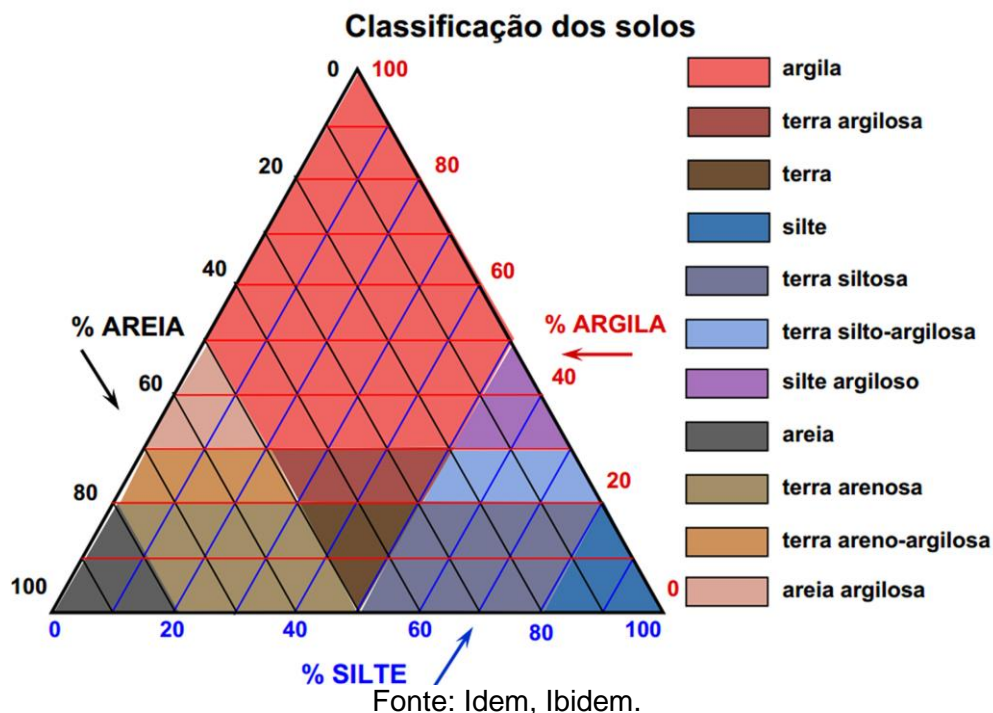
Figura 23. Teste do vidro para caracterização granulométrica de terras.



Fonte: Op. cit., p.19.

Uma vez conhecida a classificação granulométrica de determinado solo, é possível a sua classificação com o diagrama adaptado de Aid (s/d) e Moran (1984), citado por Neves et. al. (2009) (Figura 24). Então, com a classificação da terra realizada, as correções necessárias para seu uso podem ser feitas, segundo a técnica construtiva com terra desejada.

Figura 24. Diagrama para classificação de terras.



Visando o uso da técnica mista para a elaboração dos painéis modulares, as técnicas construtivas com terra foram consideradas dois tipos de revestimentos, o solo-cal e o CALFITICE. Em sua composição o solo-cal utiliza as indicações para revestimentos - proporções de silte, areia e argila; fibras vegetais quando necessário, água até que se obtenha a plasticidade desejada e cal apagada, isto é, cal hidratada dissolvida previamente em água. A proporção em volume do solo-cal segue 1 : 3 : 0,03, sendo cal : solo : fibra vegetal (GUERRERO BACA, 2011). Já o CALFITICE utiliza os mesmos ingredientes do solo-cal, adicionando-se, além disso, o cimento. E sua proporção em volume é outra, 1 : 2 : 10 : 5 a 10%, correspondendo a cimento : cal : solo : fibras vegetais (RIOS GALLEGOS apud BIOARQUITETO, 2014). Nestas duas técnicas de revestimentos, o tipo de terra recomendado é classificado como terra arenosa.

Assim sendo, foram realizados dois testes do vidro nesta pesquisa. O primeiro resultando em solo do tipo argiloso, contendo 48,43% de areia, 4,68% de silte e 46,87% de argila (Figura 25). O segundo, realizado com a mistura entre a argila e areia fina, na razão de 1 : 7, respectivamente, resultou em um solo do tipo terra arenosa, contendo 76,92% de areia fina, 7,69% de silte e 15,38% de argila (Figura 26). Esta mistura entre argila e areia buscou melhorar as características da terra comprada, tornando-a mais apta para seu emprego junto ao objetivo desta pesquisa.

Figura 25. Teste do vidro com solo classificado como argila.



Fonte: autor.

Figura 26. Teste do vidro com solo classificado como terra arenosa.



Fonte: autor.

Com o teste do vidro realizado no solo classificado como argila, foi identificado o comportamento expansivo da argila que compunha o solo em análise. Então, uma vez utilizado este tipo de terra, o aparecimento de trincas é mais comum durante o período de secagem. Neste sentido, o uso de fibras vegetais é recomendado, diminuindo o aparecimento de fissuras com a retração ocorrida durante esta secagem.

O emprego de fibras vegetais na construção muitas vezes necessita que sejam realizados tratamentos químicos prévios. Tais procedimentos não contribuem

para desastrosos impactos ambientais (TORGAL & JALALI, 2010). Assim, para a junção da fibra de bambu junto às técnicas construtivas com terra, foi realizado o seu tratamento químico em solução alcalina (Figura 27). Este método de tratamento pode ser feito com água quente ou fria com adição de cal hidratada na concentração de 5% (BERALDO, 2006). O mesmo autor informou que as fibras devem permanecer imersas na solução por um período de 24 h, devendo ser lavadas posteriormente em água corrente até que seja eliminado todo o líquido da solução e secas para sua aplicação junto às misturas pretendidas.

Figura 27. a) Triturador; b) Bambu sendo triturado; c) Bambu triturado em tratamento; d) Bambu triturado e tratado em lavagem; e) Bambu triturado e tratado.



Fonte: autor.

Para a verificação da viabilidade técnica e prática do uso de técnicas construtivas com terra para revestimento, solo-cal e CALFITICE, foram desenvolvidas seis esteiras para testes. Esta técnica utiliza o bambu em sua forma natural. O uso da esteira configura a parte externa dos painéis modulares. A sua construção se dá com cortes longitudinais no colmo de bambu, até que consiga sua “planificação”. Então deve ser removida a parte interna do colmo, constituída de

maior porcentagem de células parenquimáticas, para aumentar a durabilidade da esteira. Pois, neste local há a menor concentração de feixes de fibras, logo menor resistência física e mecânica. Também é o local com a maior concentração de amido, o que atrai ataques de carunchos, além de não apresentar pega com matrizes cimentícias (Figura 28). Além do uso da ferramenta machado para a confecção das esteiras, também pode ser utilizado uma marreta.

Figura 28. Passo-a-passo para a produção de esteiras com colmos de bambus em natural.



Fonte: Autor.

As seis esteiras para testes foram divididas em três grupos, em função de três acabamentos diferentes a serem aplicados (Tabela 4).

Tabela 4. Esteiras testes.

Esteiras (50 cm x 50 cm)	Uso de caiação	1ª camada de revestimento	2ª camada de revestimento	Acabamentos
Teste 1	Sim	Solo-cal	CALFITICE	Tinta solo
Teste 2	Não			Cal para pintura com baba de cacto de palma
Teste 3	Sim			Pastilhas e resíduos de cerâmica
Teste 4	Não			
Teste 5	Sim			
Teste 6	Não			

Fonte: autor.

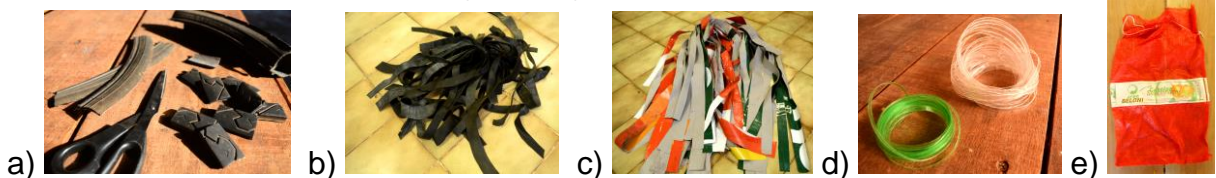
Com isto, foi pretendido observar visualmente o comportamento da esteira com os tipos de revestimentos e de acabamentos, com e sem o uso da cal. Como vantagem, a cal possui ações bactericida e fungicida, apresenta baixo impacto ambiental e permite ao local de sua aplicação, neste caso a esteira dos painéis, uma “respiração”. A aplicação dos revestimentos foi feita na parte interna do colmo, pois

a parte externa, a casca do bambu, é bastante lisa, o que dificultaria a aderência com os revestimentos. No que diz respeito aos acabamentos, estes seis testes serviram para observação de seus aspectos estéticos.

5.3. SELEÇÃO DOS RESÍDUOS

Os resíduos empregados nos painéis foram tiras de garrafas PET, pedaços de pneus de automóveis e sacos de ráfias. Os dois primeiros foram utilizados na confecção de peças estruturais dos painéis e o último nas esteiras externas. Para a montagem dos painéis modulares no gabarito, foi necessário o uso de tiras de câmaras de ar. Na produção do filetador de garrafas PET (item 6.2.2. Painéis modulares para fechamentos) foram empregadas tiras de câmaras de ar e de lonas de outdoor, também um pedaço de tubo de ferro. Tais materiais (Figura 29) foram coletados em pontos específicos, como borracharias, ferro velhos, centros de reciclagem e supermercados.

Figura 29. Resíduos já beneficiados – a) Pneu; b) Câmara de ar; c) Lona de outdoor; d) PET; e) Saco de rafia.



Fonte: Autor.

A escolha e aplicação dessa diversidade de resíduos foram norteadas pela sequência de algumas etapas, elaboradas para organizar, articular e efetivar o processo de elencar, selecionar, coletar, limpar, beneficiar e empregar tais materiais (Tabela 5).

Tabela 5. Uso de resíduos no desenvolvimento dos painéis modulares.

Momentos	Ação
1°	.Elencar e verificar a viabilidade para aplicação de resíduos para o desenvolvimento dos painéis;
2°	.Adquirir os resíduos pré-selecionados;
3°	.Selecionar os resíduos que apresentem estado de uso, isto é, sem danificações que comprometam suas aplicações nos painéis;
4°	.Limpar os resíduos selecionados;
5°	.Beneficiar os resíduos de acordo com sua função nos painéis;
6°	.Empregar os resíduos beneficiados.



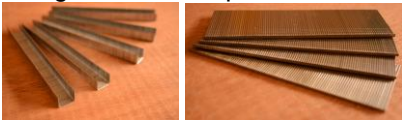



Fonte: autor.

5.4. MATERIAIS CONVENCIONAIS

Além do bambu em natural, terra e resíduos, na produção dos painéis modulares se prevê o emprego de alguns materiais convencionais (Tabela 6). Estes são de expressivos usos nas construções e comumente encontrados em pontos comerciais.

Tabela 6. Lista de materiais empregados nos painéis modulares.

Materiais	Especificação	Função	Fotografias
.Tábua de madeira aparelhada	.Dimensões (15 cm x 4 cm x 140 cm)	.Interface entre o topo dos painéis e a estrutura do telhado	<p>Figura 30. Tábua de madeira aparelhada.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Barras roscadas	.Em zinco e em aço inox (3/16" e 5/16")	.Conexões entre elementos da estrutura dos painéis	<p>Figura 31. Barras roscadas.</p>  <p>Fonte: autor.</p>





.Porcas e arruelas	.Em zinco (3/16" e 5/16")	.Fixação das conexões	<p>Figura 32. Porcas e arruelas.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Parafusos	.Philips	.Prender o entramado de bambu junto à face interna dos painéis	<p>Figura 33. Parafusos.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Grampos e Pinos	. Grampo com altura máxima de 25mm e Pinos com 40mm	. Grampos - fixar as tiras de bambus na composição dos entramados e esteiras .Pinos – madeiras dos painéis	<p>Figura 34. Grampos e Pinos.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Verniz	.Base d'água	.Acabamento das peças de bambus e madeiras dos painéis	<p>Figura 35. Verniz.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Cal	.Cal Hidratada NBR 7175/2003	.Componente das técnicas construtivas com terra solo-cal e CALFITICE, revestimentos aplicados nas esteiras externas dos painéis	<p>Figura 36. Cal hidratada.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Cimento	CP II – E – 32 NBR 11578/1991	.Componente da técnica construtiva com terra CALFITICE, revestimento aplicado na esteira externa dos painéis	<p>Figura 37. Cimento CP II-E-32.</p>  <p>Fonte: http://telhanorte.vteximg.com.br/arquivos/ids/241782-1000-1000/168335.jpg.</p>








Fonte: autor.


5.5. EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Para a confecção dos modelos em escala 1:2, dos protótipos físicos dos painéis, bem como do gabarito para as montagens destes, e dos testes de revestimentos, foram utilizados diversos equipamentos elétricos (Tabela 7) e ferramentas manuais (Tabela 8).

Tabela 7. Equipamentos necessários para a construção dos modelos em escala 1:2, dos protótipos físicos do gabarito e painéis modulares, e dos testes de revestimentos.





Equipamentos elétricos	Função	Fotografias
.Moto-serra	.Colheita e limpeza dos colmos de bambus das espécies <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Guadua chacoenses</i> e <i>Bambusa oldhamii</i>	<p>Figura 38. Moto-serra.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Serra circular destopadeira	.Beneficiamento dos colmos de bambus colhidos	<p>Figura 39. Serra circular destopadeira.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Serra-de-fita	.Cortes diversos dos elementos que configuram os painéis	<p>Figura 40. Serra-de-fita.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Lixadeira cinta	.Confecção dos dois tipos de encaixes empregados nos painéis	<p>Figura 41. Lixadeira cinta.</p>  <p>Fonte: autor.</p>

.Retífica	.Acabamento nos dois tipos de encaixes empregados nos painéis	<p>Figura 42. Retífica.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Furadeira	.Furos	<p>Figura 43. Furadeira.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Furadeira e Parafusadeira a bateria	. Furos, colocar e retirar parafusos dos entramados dos painéis, considerando que estes são removíveis	<p>Figura 44. Furadeira e Parafusadeira a bateria.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Soprador Térmico	.Conformar e unir as tiras de PET's localizadas junto às peças de bambus dos painéis	<p>Figura 45. Soprador térmico.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Esmerilhadeira	.Acabamento nas pontas de barras roscadas e nos bambus empregados nos entramados e esteiras dos painéis	<p>Figura 46. Esmerilhadeira.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Pinador pneumático	.Confecção das esteiras de bambus – parte externa revestida com terra dos painéis	<p>Figura 47. Pinador pneumático.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Grampeador pneumático	.Fixar as tiras de bambus na composição dos entramados	<p>Figura 48. Grampeador pneumático.</p>  <p>Fonte: autor.</p>





.Compressor elétrico	.Uso de diversas ferramentas para confecção de elementos dos painéis e seus acabamentos	<p>Figura 49. Compressor.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
----------------------	---	--

Fonte: autor.

Tabela 8. Ferramentas manuais necessárias para a construção dos modelos em escala 1:2, dos protótipos físicos do gabarito e painéis modulares, e dos testes de revestimentos.

Ferramentas manuais	Função	Fotografias
.EPI's	.Proteção individual do construtor	<p>Figura 50. EPI's.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Pontas de lixa e limas para retífica.	.Acabamento nos dois tipos de encaixes empregados na configuração dos painéis	<p>Figura 51. Pontas de lixa e limas para retífica.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Brocas para madeira	.Produzir furos	<p>Figura 52. Brocas para madeira.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Prumo	.Aprumar peças, tanto durante suas confecções, quanto no momento de suas junções na montagem dos painéis	<p>Figura 53. Prumo.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Chaves de boca	.Apertar as porcas das uniões existentes entre os componentes das estruturas dos painéis	<p>Figura 54. Chaves de boca.</p>  <p>Fonte: autor.</p>

.Buchas para limpeza dos colmos de bambus	.Limpeza dos colmos de bambus	<p>Figura 55. Buchas para limpeza dos colmos de bambus.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Morsa	.Prender colmos para confecção de peças das estruturas dos painéis	<p>Figura 56. Morsa.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Arcos de serra	.Colheita e limpeza dos bambus da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .Cortes diversos	<p>Figura 57. Arcos de serra.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Trena	.Medições	<p>Figura 58. Trena.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Rachador radial	.Repartição dos colmos em tiras	<p>Figura 59. Rachador radial.</p>  <p>Fonte autor</p>
.Canivete	.Confecção das tiras dos entramados dos painéis	<p>Figura 60. Canivete.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Machado	.Confecção das esteiras, parte externa dos painéis	<p>Figura 61. Machado.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
. Tesoura	.Cortes dos resíduos – pneus, câmaras de ar, sacos de ráfia, lonas de outdoor e PET.	<p>Figura 62. Tesoura.</p>  <p>Fonte: autor.</p>

.Revólver para pintura	.Acabamentos em verniz nos painéis	<p>Figura 63. Kit pintura.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Lona	.Proteção das massas de revestimentos com terra, contra as intempéries	<p>Figura 64. Lona.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Enxada	.Produção das massas dos dois revestimentos	<p>Figura 65. Enxada.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Balde 5L	.Unidade de medida para as proporções dos componentes presentes nos dois tipos de revestimentos	<p>Figura 66. Balde.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Colher de pedreiro	.Aplicação dos revestimentos nas esteiras testes (50 cm x 50 cm)	<p>Figura 67. Colher de pedreiro.</p>  <p>Fonte: autor.</p>
.Desempenadeira	.Desempeno manual dos revestimentos aplicados nas esteiras testes (50 cm x 50 cm)	<p>Figura 68. Desempenadeira.</p>  <p>Fonte: autor.</p>

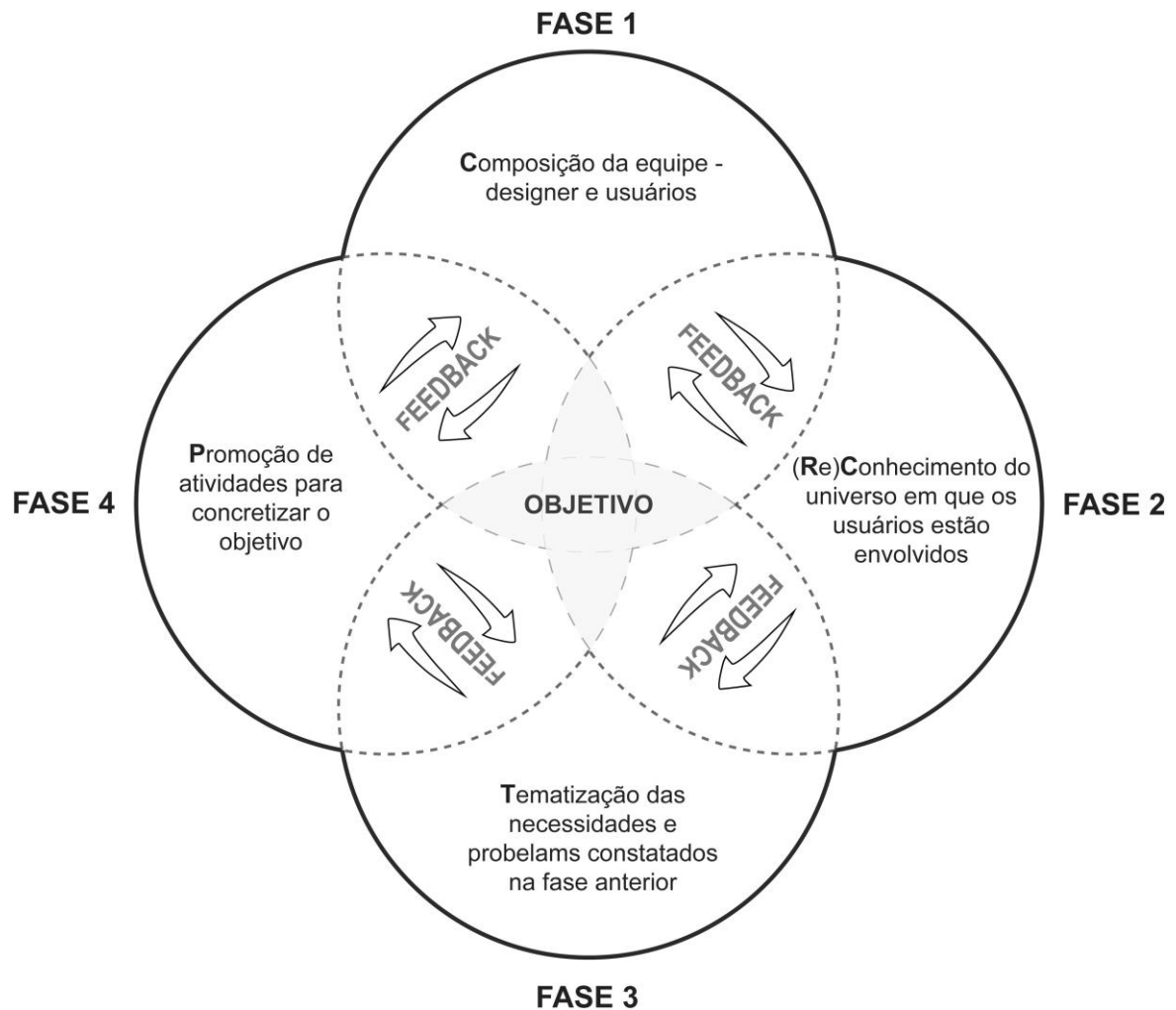
Fonte: autor.

5.6. DESIGN PARTICIPATIVO

Esta pesquisa se caracteriza como aplicada e qualitativa, através da abordagem de um procedimento metodológico articulado pela realização de um

Design Participativo junto a duas comunidades locais, um de zona rural e outra de área urbana. Neste sentido, foi escolhido o método da pesquisa – ação como ferramenta norteadora. Este é uma estratégia de pesquisa que agrega outras técnicas ou métodos de pesquisa social, estabelecendo uma organização “[...] coletiva, participativa e ativa ao nível de captação de informação [...]” e imersão na realidade do universo dos envolvidos (THIOLLENT, 2009, p. 28). Deste modo, evidencia-se a adaptação do método de Le Boterf (1980) que apresenta quatro fases para a sua realização, utilizada para a condução e realização das atividades desta pesquisa (Figura 69). O autor do método adaptado no presente trabalho aponta que a busca pelo objetivo da pesquisa, sob uma abordagem participativa junto aos envolvidos, propicia uma retroalimentação constante entre os conteúdos gerados com as fases. Esse autor chama tal retroalimentação de *feedback*.

Figura 69. Fases para uma pesquisa participativa, adaptado de Le Boterf (1980).



Fonte: autor.

- Fase 1: A equipe é composta pelo designer autor desta pesquisa e duas comunidades (Anexo 2). Há também a utilização dos resultados prévios existentes do Projeto Bambu da UNESP, campus de Bauru, como por exemplo, o conhecimento técnico, a infraestrutura física e alunos do Grupo Taquara;

- Fase 2: Nesta fase, a realização das ações de um Design Participativo pode ser vista no item 6.1. DESIGN PARTICIPATIVO. Tal promoção de um Design Participativo possibilita a formação de repertório que atenda as necessidades da atividade projetiva a ser desenvolvida pelo designer, autor desta pesquisa;

- Fase 3: Nesta fase se reformulou o objetivo inicial desta pesquisa. Isto porque, a vivência ocasionada com a Fase 2, junto à realidade das comunidades

participantes, permitiu uma melhor contextualização da proposta de um novo componente construtivo a ser gerado, considerando a realidade em que os envolvidos se inserem. Então, a partir de atividades desenvolvidas junto às comunidades, foi possível fazer um recorte mais específico no objetivo desta pesquisa para a criação de painéis modulares para fechamentos de construções, utilizando o bambu associado com terra e resíduos;

- Fase 4: Promoção de atividades que permitiam a concretização do desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos, feitos em bambu em natural associado com terra e resíduos. Tais atividades dizem respeito a duas etapas, a elaboração de projeto e a confecção de protótipos, sendo de competência do designer, autor desta pesquisa. Este momento compreende aos itens 6.2. ELABORAÇÃO DE PROJETO e 6.3. PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS FÍSICOS.

Na execução das atividades desenvolvidas com as comunidades foram utilizadas as infraestruturas do Projeto Bambu/UNESP campus de Bauru, e locais dentro das comunidades. A divulgação junto aos participantes foi feita através de comunicado verbal, sendo repassado por um membro de cada comunidade, representando a associação do local.

5.7. ELABORAÇÃO DE PROJETO

Os princípios que delinearão o desenvolvimento dos painéis se encontram apoiados ao que Manzini e Vezzoli (2002) chamam de produtos eco-eficientes. Outro ponto de partida para a criação de quaisquer novos produtos, diz respeito às três funções que Marion Godau; Produktdesign & Basileia (2003) apud Schneider (2010) listaram:

- Funções prático-técnicas: “[...] referem-se à manuseabilidade, durabilidade, confiabilidade, segurança, qualidade técnica, ergonomia e valor ecológico” (Idem, Op. cit., p.198).

- Funções estéticas:

“[...] são forma, cor, material e superfície, que constituem um objeto de uso em seu aspecto formal. Elas são os “signos”, que tornam um objeto de uso “legível” e dão indicações visuais para o uso. [...]. As

funções estéticas são emocionais e subjetivas, portanto, depende do gosto dos usuários [...]” (Idem, *Ibidem*).

- Funções simbólicas: são

“os significados codificados de um objeto [...] transmitidos pelo proprietário às pessoas de seu convívio [...] as funções simbólicas de um objeto podem ser totalmente diferentes para cada sujeito, de acordo com as condições individuais” (Idem, *Op. cit.*, p.199).

Colocando estas estratégias em consonância com o objetivo proposto nesta pesquisa de mestrado, foram adicionadas outras diretrizes, no que diz respeito à finalidade dos painéis para com a realidade dos moradores das duas comunidades envolvidas, os futuros usuários dos painéis:

- Minimização dos recursos financeiros necessários para a produção dos painéis, garantindo sua acessibilidade pelos envolvidos, os moradores das comunidades do assentamento e da favela.

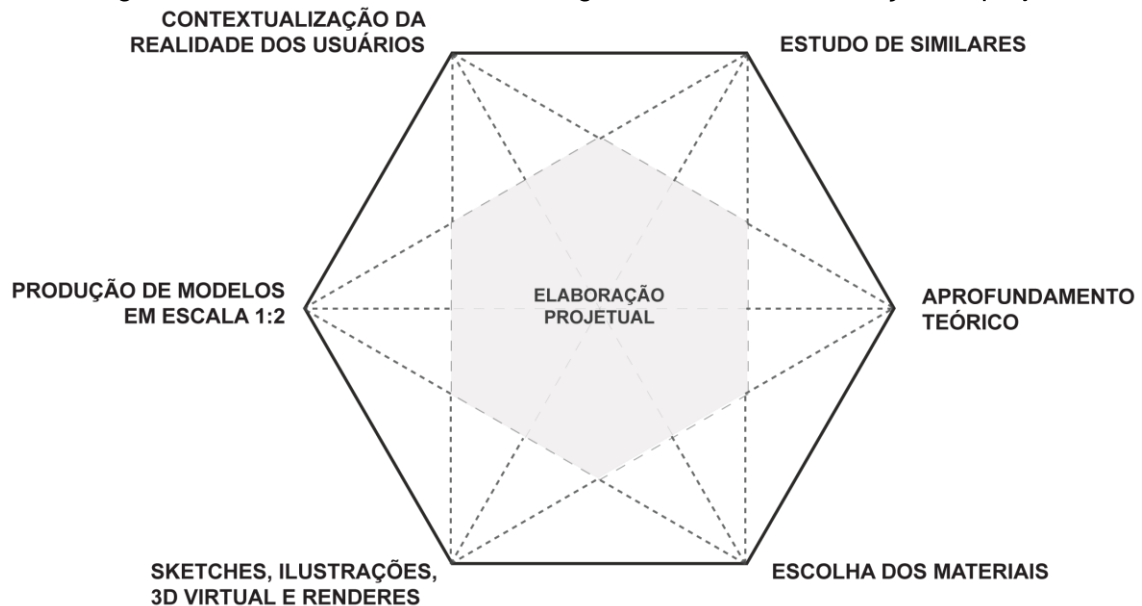
- Seleção de recursos locais. O que facilita sua obtenção e possibilita reduzir custos e o impacto ambiental.

- Interface simples dos painéis modulares para fechamentos, permitindo aos usuários um maior empoderamento no uso destes novos componentes construtivos.

No processo de projeção, a linguagem visual deve atender a finalidade de sua produção e também levar em consideração a relação entre complexidade visual do projeto e sua assimilação pelos envolvidos das comunidades, tendo em vista seus repertórios culturais. Neste sentido, a etapa de elaboração de projeto, intrínseca à atividade do designer e indispensável para a criação de novos produtos, buscou promover a compreensão dos envolvidos para a importância desta etapa, possibilitando a formulação de suas opiniões e das suas futuras contribuições.

Por meio de ações de um Design Participativo, a criação de um novo produto que objetive significância para com o contexto de seus usuários, neste caso os moradores de um assentamento rural e de uma favela urbana, o designer precisa imergir na realidade em que estes vivenciam, buscando formar repertório que atenda as necessidades de sua atividade projetiva. Então, para orientar e articular a etapa de elaboração de projeto foi criado um conjunto de necessidades a serem consideradas (Figura 70).

Figura 70. Dimensões a serem abrangidas durante a elaboração de projeto.



Fonte: autor.

Por fim, a etapa de elaboração de projeto concebeu quatro modelos de painéis modulares: painel modular liso; painel modular janela; painel modular porta; painel modular conector.

5.8. PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS FÍSICOS

Para a confecção dos painéis foi adotada a técnica mista. Sua configuração final é composta por estruturas mestra e auxiliar, o enchimento e o revestimento. Cabe ressaltar que nesta pesquisa de mestrado, o uso da técnica mista para o desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos, não faz uso do enchimento, apenas de revestimentos.

Visando ao desenvolvimento de painéis para fechamentos na construção de ambientes, a adoção da técnica mista foi associada à coordenação modular, tornando os painéis em modulares. Isto quer dizer que, torna-se possível aumentar a produtividade nos momentos de beneficiamento das matérias-primas e confecção dos elementos dos painéis, facilitando sua construtibilidade com uma montagem

tipificada e, por consequência, reduzindo custos, além de reduzir o desperdício e consumo de matérias-primas (ROSSO, 1976 apud GREVEN & BALDAUF, 2007). O mesmo autor afirmou que a coordenação modular é mais do que apenas uma técnica construtiva, tratando-se de uma “metodologia sistemática de industrialização”, permitindo requalificar o cenário da construção para com as necessidades do contemporâneo. A produção dos protótipos físicos dos painéis abrangeu cinco etapas (Tabela 9).

Tabela 9. Etapas para condução da produção dos protótipos físicos dos painéis.

Etapas	Descrição
1) Aquisição dos materiais convencionais	Compra local;
2) Beneficiamento do bambu, terra e resíduos	Extração e/ou coleta local. Tratamento preventivo e secagem dos colmos de bambus, tratamento das fibras de bambu, identificação da composição granulométrica dos constituintes da terra e sua posterior classificação, e limpeza dos resíduos;
3) Pré-fabricação	Confecção com os colmos de bambus dos elementos que compõem as estruturas dos painéis, suas esteiras externas de bambus e seus entramados internos de bambus;
4) Montagem final dos protótipos físicos	Junção dos elementos pré-fabricados para a configuração dos painéis. Ainda sem e aplicação dos entramados internos de bambus e das esteiras externas de bambus com revestimentos em Solo-Cal e CALFITICE;
5) Acabamento	Pintura dos painéis com impermeabilizantes naturais ou químicos, exceto as esteiras externas de bambus. As esteiras externas devem receber revestimentos de terra, seguido de seus acabamentos. Mas, suas aplicações devem ocorrer somente após a instalação dos painéis para a configuração de um ambiente.

Fonte: autor.

Durante a confecção dos protótipos físicos dos painéis, além de buscar possíveis melhorias técnicas no projeto elaborado, o registro da produção com a coleta e inferência de dados do processo construtivo dos painéis poderá, em estudos futuros, auxiliar na análise de sua viabilidade econômica (Tabela 10). Este registro serviu nesta pesquisa como fichamento do processo de produção dos protótipos físicos dos painéis.

Tabela 10. Formulário modelo para preenchimento durante a confecção dos protótipos físicos dos painéis modulares.

Máquina	Ação realizada	Material processado	Processo	Função no painel	Gastos

Fonte: autor.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. DESIGN PARTICIPATIVO

Os membros da Associação Agroecológica Viverde, tratados nesta pesquisa como usuários, já se encontram capacitados em diversas etapas da cadeia produtiva do bambu. Os artesãos desta associação estão em contato com o Projeto Bambu/UNESP, campus de Bauru, desde 2008. Neste sentido, o envolvimento destes para com o objetivo desta pesquisa, foi feita em continuidade a suas capacitações na cultura do bambu e no conhecimento da tecnologia gerada com o desenvolvimento dos painéis. As atividades promovidas:

- Desenvolvimento de um sistema de tratamentos naturais para bambu que seja acessível, no que diz respeito a sua construtibilidade e disponibilidade dos materiais que o compõem (Anexo 3).

- Auxílio nas atividades de colheita e tratamentos dos colmos de bambus a serem empregados na produção dos protótipos físicos dos painéis modulares. A ocorrência destas atividades pode ser visualizada no item 5.1. CADEIA PRODUTIVA DO BAMBU.

- Realização de oficina de cestaria em bambu junto à comunidade urbana do Jd. Europa e alunos do Grupo Taquara, disseminando o conhecimento da técnica empregada no entramado interno dos painéis modulares projetados (Anexo 4).

O envolvimento da Associação Comunitária Angico do Cerrado, bem como dos moradores da comunidade urbana Jardim Europa na cultura do bambu, foram iniciadas em Março de 2014. Logo, o contato destes para com o desenvolvimento desta pesquisa deu-se de maneira diferente ao estabelecido com a associação do assentamento. Junto aos participantes da comunidade urbana foram promovidas atividades a nível de capacitação inicial na cadeia produtiva do bambu. Estes também estiveram em contato com o conhecimento da tecnologia gerada no desenvolvimento dos painéis modulares. As atividades promovidas foram:

- Contato inicial com a comunidade, através de visita ao local e reunião com membros da associação e moradores (Anexo 5);

- Atividade inclusiva e cooperativa entre designer e usuários, relacionada à necessidade local e ao desenvolvimento desta pesquisa (Anexo 6);
- Reunião entre designer e usuários para elaboração de atividades relacionadas ao desenvolvimento desta pesquisa (Anexo 7);
- Atividades de campo relacionadas à cultura do bambu (Anexo 8);
- Oficina de bioescultura (Anexo 9);
- Atividade inclusiva e cooperativa entre designer e usuários, relacionada à necessidade local e ao desenvolvimento desta pesquisa (Anexo 10).

6.2. ELABORAÇÃO DE PROJETO

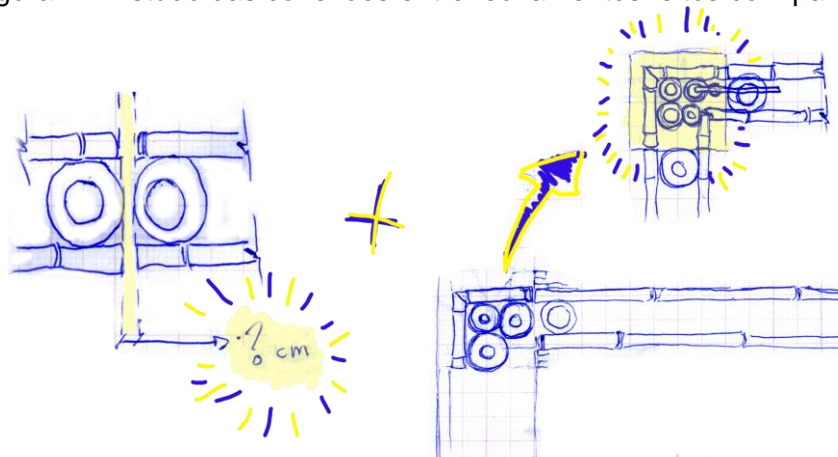
6.2.1. Estudo de similares

O estudo de produtos similares buscou complementar o aprofundamento teórico, contextualizando o designer, autor desta pesquisa, para com a disponibilidade de materiais e tecnologias, relacionando-os com o que se propôs conceber. Também, pode-se dizer que o estudo de similares somado aos resultados obtidos com as ações de um Design Participativo junto às duas comunidades, é o que configura o repertório do designer para o início de sua atividade projetual. Sendo assim, nesta pesquisa foi realizada uma busca por projetos e investigações, concluídos e em desenvolvimento, consultando para isto livros, artigos, catálogos, sites institucionais e sites comerciais (Anexo 11).

6.2.2. Painéis modulares para fechamentos

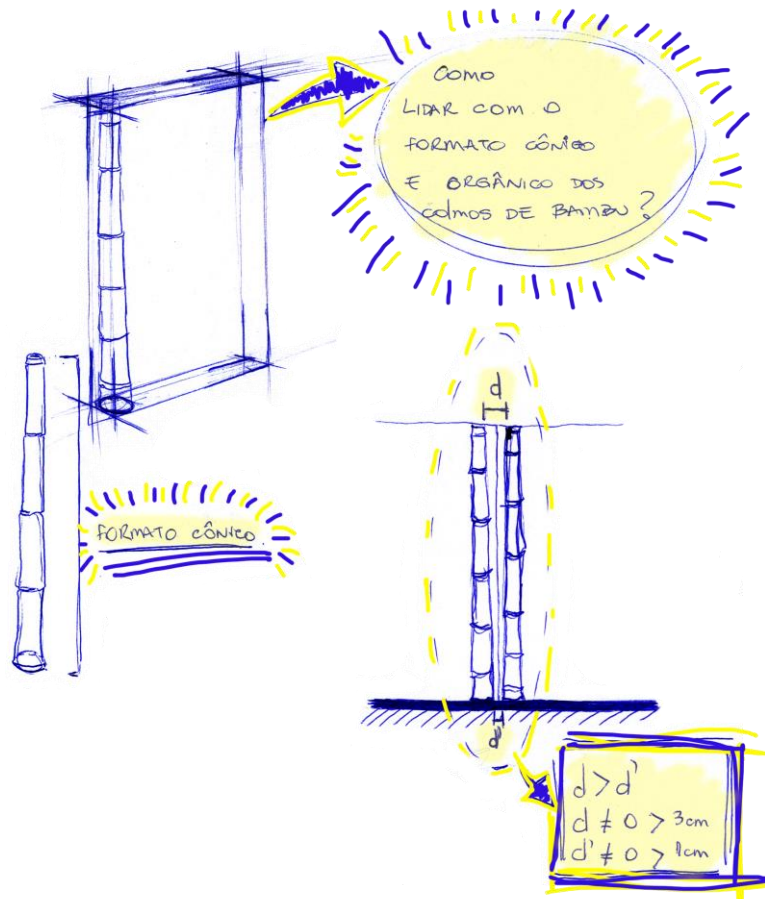
Depois do aprofundamento teórico e estudos de similares, e concomitante as atividades inclusivas e cooperativas realizadas pela articulação de um Design Participativo, os estudos iniciais para elaboração do projeto dos painéis foram iniciados e desenvolvidos pelo designer, autor desta pesquisa. Para isto, foram produzidos diversos sketches, buscando explorar as características existentes em fechamentos, bem como aquelas referentes ao bambu (Figuras 71, 72 e 73).

Figura 71. Estudo das conexões entre fechamentos feitos com painéis.



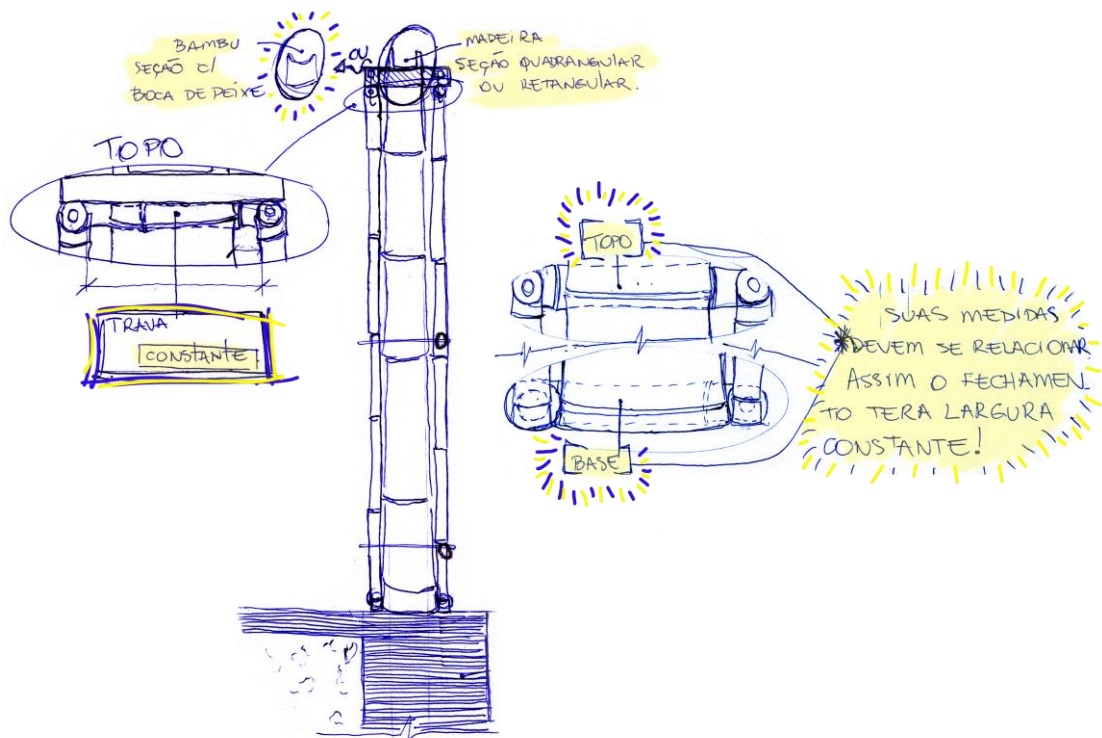
Fonte: autor.

Figura 72. Influência da conicidade do colmo de bambu na composição dos painéis.



Fonte: autor.

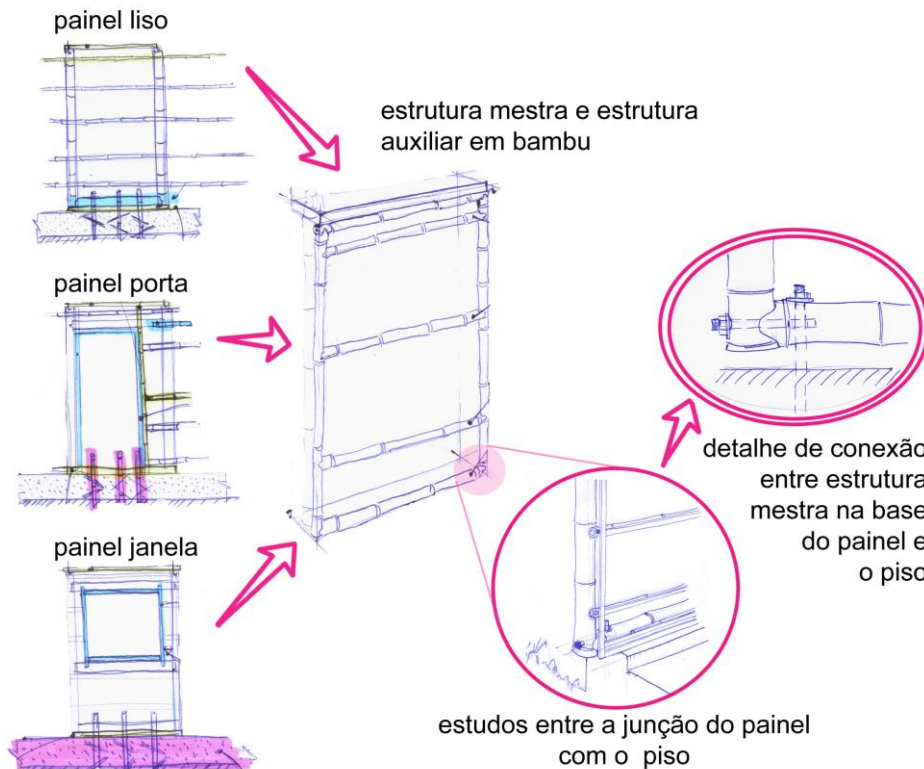
Figura 73. Dimensão da espessura dos painéis e possíveis uniões destes com a estrutura de um telhado.



Fonte: autor.

Como resultado dos estudos iniciais com a produção de sketches, foram elencados, inicialmente, três modelos de painéis a serem concebidos – um painel modular liso, um painel modular janela e um painel modular porta. Vale destacar a função técnica-prática destes três painéis. O painel modular liso foi pensado para a formação de fechamentos contínuos, como por exemplo, os fechamentos internos de um ambiente. Os painéis modulares janela e porta, seus próprios nomes denotam sua especificidade na configuração de fechamentos para ambientes construídos. Elencadas as características dos painéis, foram produzidas ilustrações pelo designer, autor desta pesquisa, para visualização de possíveis estruturas e características construtivas (Figura 74).

Figura 74. Ilustrações das possibilidades construtivas para os painéis.

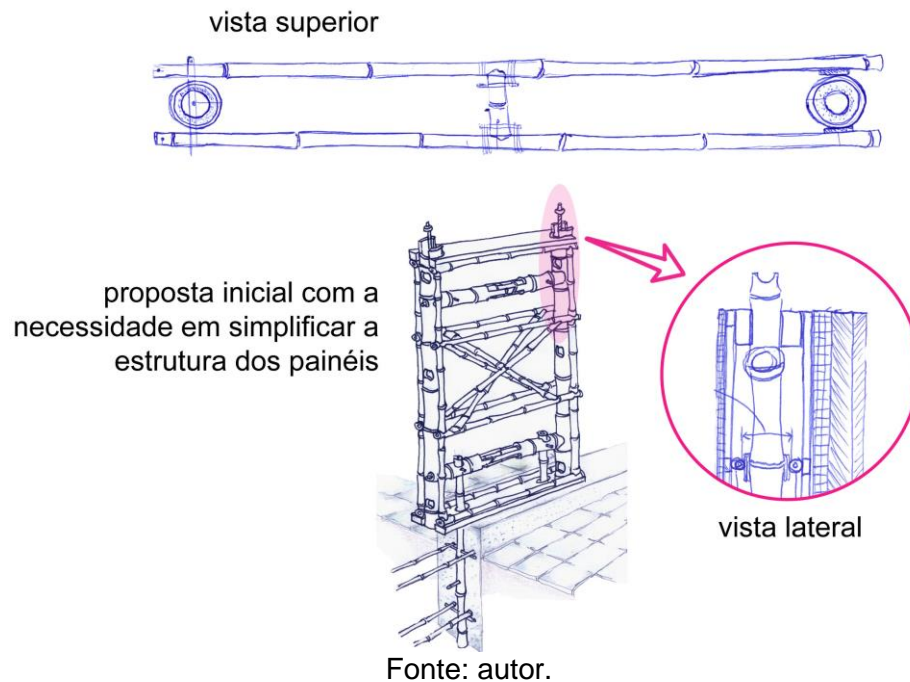


Fonte: autor.

Em prosseguimento aos estudos, foi elaborada uma proposta inicial para o painel modular liso. Por serem modulares, os painéis tem como características comuns a localização e a semelhança das peças que configuram cada uma das estruturas mestra e auxiliar. Isto é, se no painel liso dada peça em observação se encontra posicionada em determinada posição junto a outro elemento, nos demais painéis a mesma peça deverá seguir tal lógica. Isto contribui para a tipificação do produto final, facilitando a sua construtibilidade e aumentando a produtividade.

Mediante consultas técnicas com o professor Dr. Tomas Queiroz Ferreira Barata, e conversas junto aos participantes desta pesquisa, os estudos foram direcionados para mais detalhamentos da estrutura dos painéis modulares em fase de elaboração de projeto (Figura 75). Isto refletiu na reformulação dos estudos iniciais realizados com os sketches, contribuindo para a diminuição dos elementos dos painéis, facilitando assim, a produção futura.

Figura 75. Ilustrações com a proposta inicial, ao centro, e as simplificações posteriores, nas vistas superior e lateral.



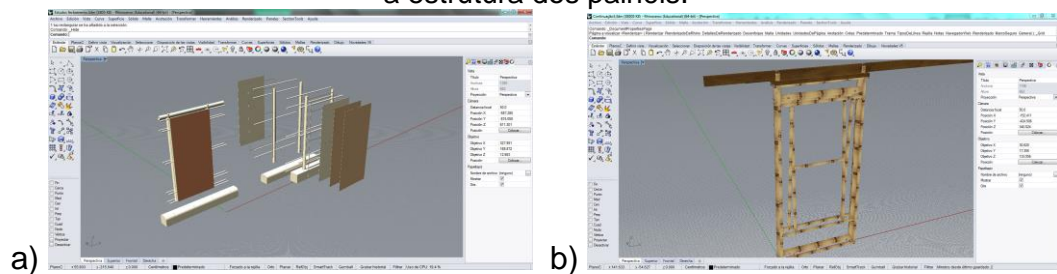
Realizados os estudos com sketches e ilustrações, foi dado prosseguimento a etapa de elaboração de projeto com a modelagem e 3D virtual, para cada um dos três painéis modulares elencados na proposta inicial (Figura 76). Com esta ferramenta, o que se buscou foi aprofundar no detalhamento da estrutura dos painéis (Figura 77). Neste estágio as dimensões dos painéis, visando torná-los modulares, foram especificadas em – 140 cm x 280 cm x 20 cm. Esta última medida é composta pelas espessuras da estrutura mestra e auxiliar dos painéis (15 cm), somada ao entramado interno (1 cm), a esteira externa (1 cm) e com os revestimentos (3 cm).

Figura 76. Modelagem em 3D virtual dos três painéis.



Fonte: autor.

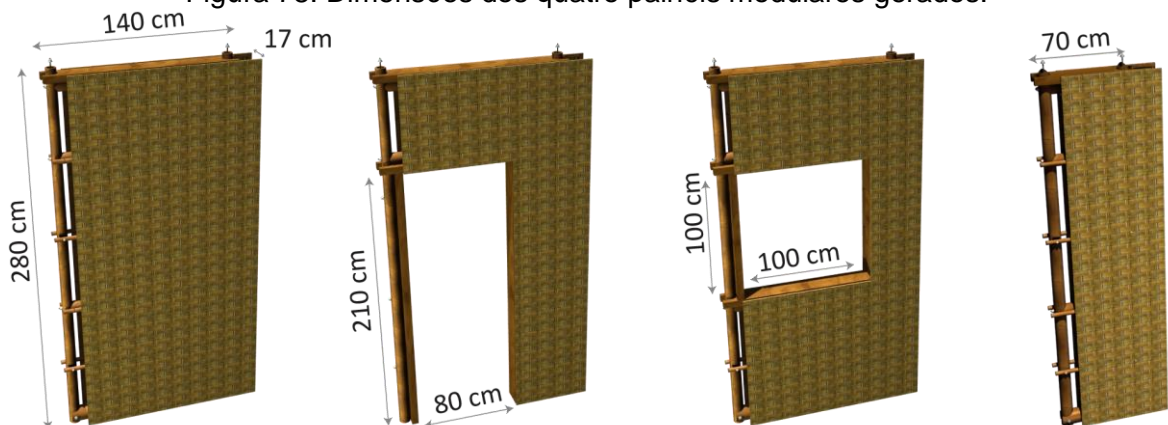
Figura 77. a) Estrutura pensada inicialmente para os painéis; b) Estudo de alternativas para a estrutura dos painéis.



Fonte: autor.

Com estas modelagens foi possível alcançar um maior nível de detalhamento dos painéis. Neste estágio propôs-se mais um painel modular, o conector. Sua composição, estrutura mestra, estrutura auxiliar, entramado interno e esteira externa, segue a mesma do painel modular liso. Ou seja, possui a mesma forma e elementos, porém, sua largura é de 70 cm. Este painel foi criado especificamente para iniciar os fechamentos interiores dos ambientes construídos e na formação de cantos, com as mudanças de direções dos fechamentos, permitindo a configuração de quaisquer ambientes. O conector também poderá vir a apresentar vantagens junto à atividade projetiva dos arquitetos que os utilizarem. Pois, por ter a metade da largura dos demais painéis, torna-se o painel de largura $x/2$, o que amplia as possibilidades de configuração dos ambientes. Assim, com estes quatro painéis (Figura 78) será possível, futuramente, efetuar-se a configuração de diversos ambientes construídos.

Figura 78. Dimensões dos quatro painéis modulares gerados.

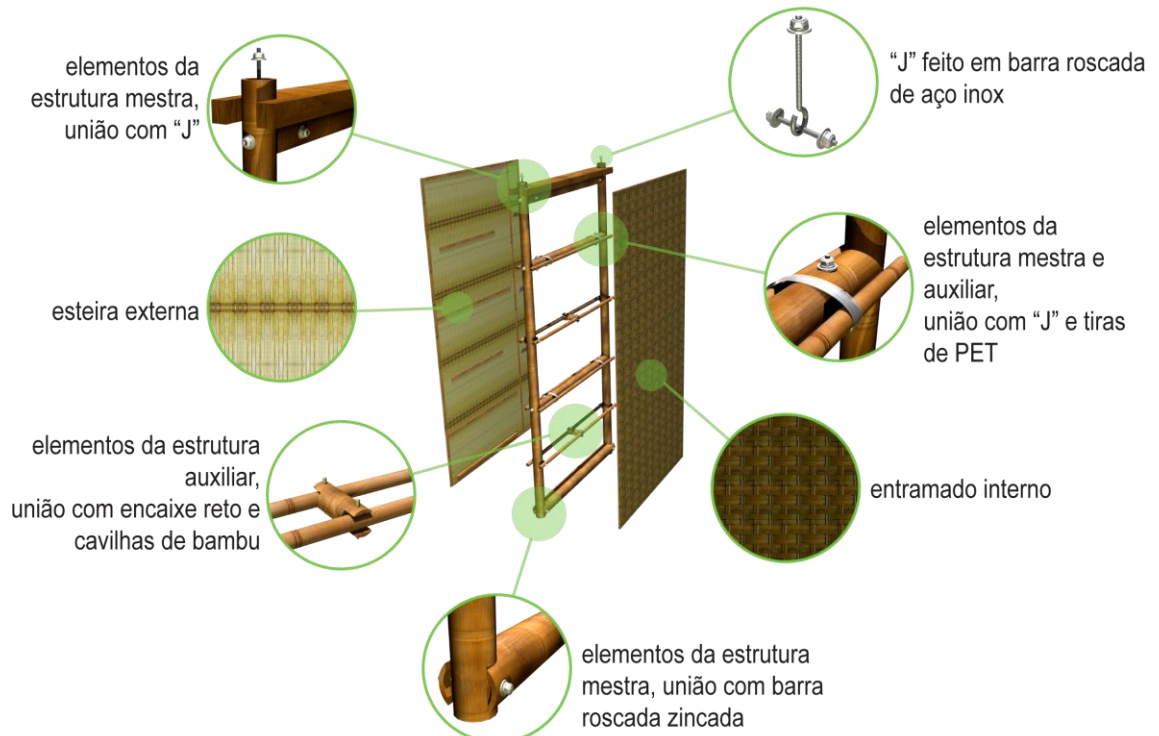


Fonte: autor.

Os painéis concebidos, por possuírem dimensões e lógica da modularidade, são passíveis de serem empregados com outros elementos modulares convencionais, como por exemplo, blocos cerâmicos. Isto significa que, torna-se possível configurar uma construção com ambientes secos e úmidos. As instalações do entramado interno e da esteira externa, foram projetadas para servirem como amarras no fechamento produzido com o emprego dos painéis na configuração de um ambiente. Outro detalhe é que o entramado interno permite sua remoção e, conseqüentemente, acesso à parte interna dos painéis. Isto possibilita futuras instalações elétricas, bem como manutenções.

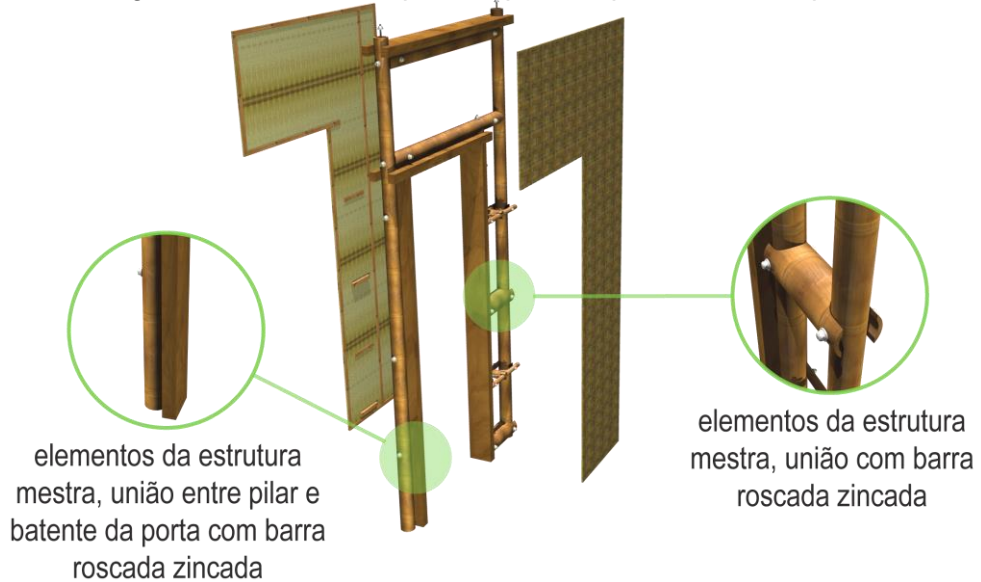
Produzidas as modelagens em 3D virtual, foram feitas representações visuais para três painéis, visando detalhar as especificidades de suas composições. Os três painéis foram o liso, o porta e o janela. O conector não foi considerado, pois é praticamente idêntico ao liso, exceto a dimensão largura em que no conector é 70 cm, e sua ausência não compromete a intenção das representações visuais geradas. Por serem modulares, os elementos que configuram todos os quatro painéis, apresentam bastante semelhança (Figura 79). Vale ressaltar que os painéis porta e janela apresentam pequenas alterações, quando comparados com os painéis liso e conector. Tais modificações são adaptações em função da porta e janela (Figuras 80 e 81). Os painéis liso e conector são praticamente idênticos, tendo apenas a dimensão largura diferentes entre si.

Figura 79. Elementos que compõem o painel modular liso.



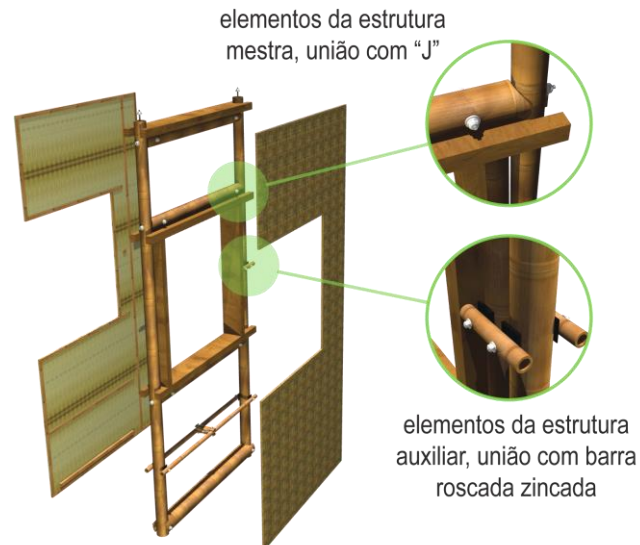
Fonte: autor.

Figura 80. Elementos que compõem o painel modular porta.



Fonte: autor.

Figura 81. Elementos que compõem o painel modular janela.



Fonte: autor.

Antes do início da produção dos protótipos físicos dos painéis e depois dos estudos realizados com as modelagens em 3D virtual e a produção de renderes, o designer, autor desta pesquisa, identificou a necessidade de serem feitos experimentos práticos com os painéis projetados, observando sua construtibilidade, bem como possíveis melhorias técnicas. Estas experimentações aconteceram com a confecção de modelos em escala 1:2, finalizando a etapa de elaboração de projeto. Torna-se importante ressaltar que os modelos produzidos também serviram como instrumento referencial para a etapa de confecção dos protótipos físicos dos painéis modulares. O primeiro modelo em escala 1:2 produzido foi o painel modular liso (Figura 82).

Figura 82. Modelo em escala 1:2 painel modular liso – a) Vista frontal; b) Vista lateral.



Fonte: autor.

A seguir, foram realizados três testes para estudo de melhorias construtivas do projeto elaborado. No primeiro teste avaliou-se o encaixe utilizado pelos elementos da estrutura mestra, posicionados horizontalmente em todos os quatro painéis modulares (Figura 83). A união entre os bambus, projetada para uso do encaixe denominado boca-de-peixe foi adaptada, visando à aplicação de menos procedimentos em sua produção. O que poderia ajudar a conceber uma construção mais rápida e fácil. Porém, o resultado com tal teste efetivou o uso do encaixe boca-de-peixe sem mudanças.

Figura 83. Teste – Elemento da estrutura mestra com boca-de-peixe adaptado, de um lado com orelha e do outro lado sem.



Fonte: autor.

Outro teste foi realizado com o uso de tiras de câmaras de ar para a união dos elementos da estrutura mestra horizontal e auxiliar (Figura 84). Este polímero proveniente de descartes de borracharias possui a característica elástica, facilitando amarrações. Porém, a câmara de ar demonstrou-se suscetível à degradação pela ação de raios ultravioleta, bem como à baixa temperatura, comprometendo, dessa forma, seu desempenho elástico. Depois de algumas semanas, este material começou a se desmanchar. Então, foi eliminado o seu emprego, sendo substituído por fios de PET como a solução para as amarras presentes nos painéis. Pois a PET é resistente tanto aos raios ultravioleta, quanto às baixas temperaturas. Mas tal material não possui a mesma elasticidade que a câmara de ar, sendo necessário sua termo conformação por meio da utilização de um soprador térmico.

Figura 84. Tiras de câmaras de ar associadas a tiras de PET, removidas no projeto final dos painéis.



Fonte: autor.

Por fim, o último teste com o modelo do painel modular liso, foi no elemento da estrutura mestra, posicionado horizontalmente na base dos quatro painéis, conforme projeto elaborado pelo designer autor desta pesquisa. Este experimento substituiu tal componente pela replicação dos elementos da estrutura mestra horizontal e auxiliar, presentes noutras posições neste painel. A intenção foi verificar o seu comportamento junto à base do painel, local onde a interface dos painéis modulares entra em contato com o contrapiso de um dado ambiente construído em que poderão ser utilizados (Figura 85).

Figura 85. Teste com o elemento da base dos painéis.



Fonte: autor.

Neste sentido, uma vez que este terceiro e último teste apresentasse eficiência, considerando a função de agregar estabilidade para a base do painel, poderia também tornar a produção mais produtiva. Isto porque, conforme o projeto elaborado, as peças localizadas na base dos quatro painéis modulares apresentam morfologias semelhantes entre si e distintas em comparação com as demais peças presentes nas estruturas mestra e auxiliar. Então, a confecção desta peça específica

seria eliminada, influenciando na diminuição da quantidade de operações dentro do processo de produção dos painéis. Porém, o resultado alcançado demonstrou que este teste não propiciou a estabilidade desejada para o modelo em escala 1:2 do painel liso, quando posto na vertical, posição na qual seu uso é efetivado junto à configuração de fechamentos em um ambiente construído.

O segundo modelo em escala construído foi o painel modular conector (Figura 86). Com a sua produção, o designer autor desta pesquisa, buscou comprovar a eficiência dos elementos substituídos por alternativas refutadas durante testes realizados com o primeiro modelo em escala construído.

Figura 86. Modelo em escala 1:2 - painel modular conector.



Fonte: autor.

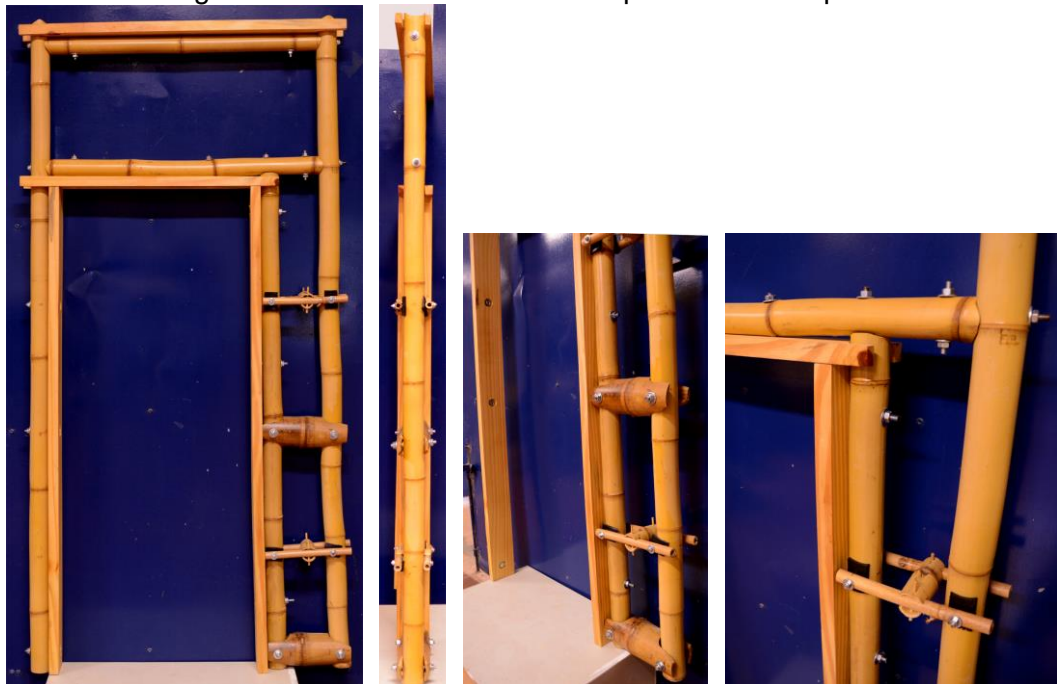
Neste segundo modelo em escala os resultados obtidos foram mais eficientes, agregando maior estabilidade nas uniões, facilidade para permanecer na posição vertical e materiais melhores, ou seja, apresentou funcionamento como previsto em projeto. Em seguida, foram produzidos os outros dois modelos em escala 1:2, referentes ao painel janela (Figura 87) e ao painel porta (Figura 88).

Figura 87. Modelo em escala 1:2 - painel modular janela.



Fonte: autor.

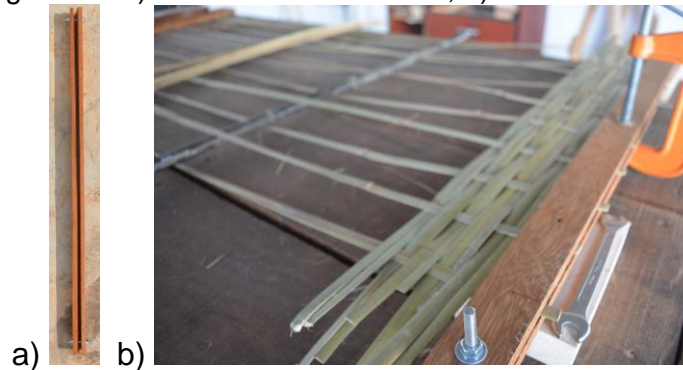
Figura 88. Modelo em escala 1:2 - painel modular porta.



Fonte: autor.

Com a produção dos modelos em escala 1:2 dos painéis, também foi iniciada a confecção dos entramados internos. Visando facilitar o processo de confecção do entramado interno, foi desenvolvido um gabarito (Figura 89). Esta ferramenta é composta por duas ripas de madeiras, contendo dois furos cada uma, um em cada extremidade. Os furos devem estar posicionados no mesmo local em ambas as ripas, por onde deve ser atravessado um pedaço de barra roscada que as una.

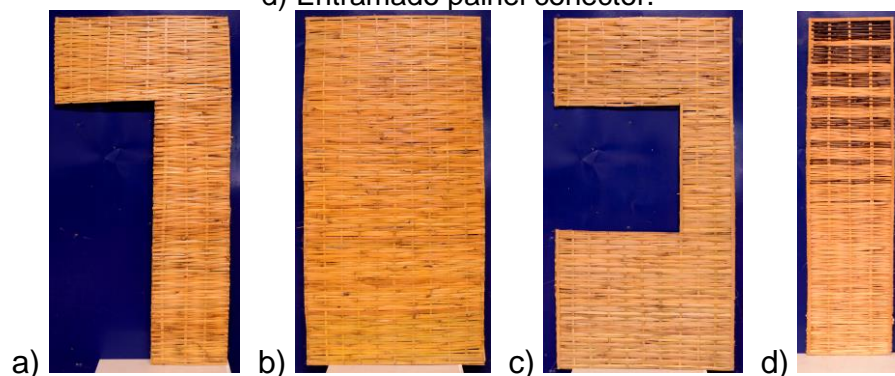
Figura 89. a) Gabarito desenvolvido; b) Gabarito em uso.



Fonte: autor.

Com esta ferramenta foram produzidos os entramados internos de todos os quatro modelos em escala 1:2 (Figura 90). Neste momento, o designer autor desta pesquisa aproveitou para fazer experimentações de entramados. No entramado do painel porta foram utilizadas tiras simples com a casca do bambu. O entramado do painel liso foi feito em tiras duplas com a casca. Já o entramado do painel janela foi produzido em tiras duplas, alternando-se a colocação das ripas, uma com a casca e outra com a parte interna. O entramado do painel conector foi aproveitado para experimentação de texturas, dada variedade de espécies de bambus existentes. Neste caso, as tiras de cor preta são referentes ao bambu da espécie *Phyllostachys nigra*. Este último teste também permitiu gerar uma segunda opção de textura com o mesmo entramado (Figura 91).

Figura 90. a) Entramado painel porta; b) Entramado painel liso; c) Entramado painel janela; d) Entramado painel conector.



Fonte: autor.

Figura 91. Segunda opção de textura com o entramado do painel conector.



Fonte: autor.

Depois de produzidos os modelos em escala 1:2 dos quatro painéis modulares, foram realizadas simulações de semi fechamentos. Em um primeiro momento foram realizadas duas simulações com os painéis modulares sem as esteiras e os entramados. Cabe ressaltar que nas duas figuras seguintes os painéis estão posicionados a frente de uma esteira de bambu, somente para que esta servisse como fundo para a composição. Na primeira simulação, os painéis foram posicionados na configuração de um canto em um ambiente de canto reto (Figura 92). Na segunda simulação, os painéis foram posicionados na configuração de um ambiente interno, isto é, com parede interna, sendo iniciada com o painel modular conector (Figura 93).

Figura 92. Simulação1 de fechamento com os modelos em escala 1:2 dos painéis.



Fonte: autor.

Figura 93. Simulação 2 de fechamento com os modelos em escala 1:2 dos painéis.



Fonte: autor.

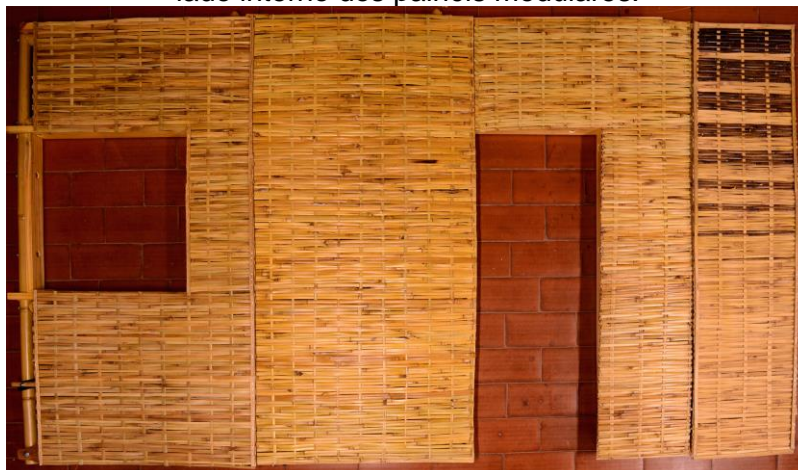
Posteriormente, as simulações com os quatro painéis foram realizadas utilizando as esteiras, lado externo, e os entramados, lado interno (Figuras 94 e 95).

Figura 94. Modelos em escala 1:2 - simulação de fechamento com uso das esteiras, lado externo dos painéis modulares.



Fonte: autor.

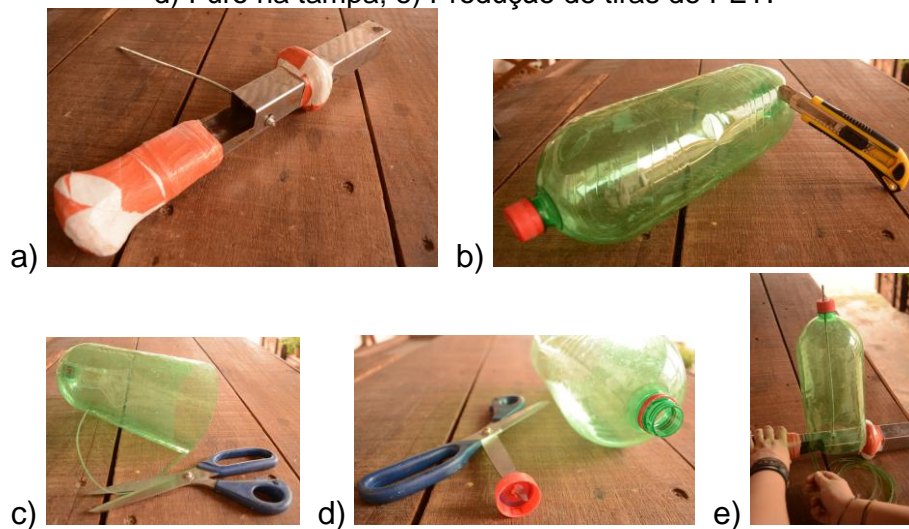
Figura 95. Modelos em escala 1:2 - simulação de fechamento com uso dos entramados, lado interno dos painéis modulares.



Fonte: autor.

Outra produção iniciada junto com a construção dos modelos em escala 1:2 dos painéis foi um filetador de PET. Este material foi selecionado para uso na união de alguns elementos que compõem as estruturas dos painéis. Então, para viabilizar tal escolha, foi confeccionada uma ferramenta que permitisse produzir tiras de PET (Figura 96). A PET em tiras foi aplicada na forma de amarras que, posteriormente, são conformadas termicamente com soprador.

Figura 96. a) Filetador de PET; b) Corte com estilete; c) Corte do início da tira de PET; d) Furo na tampa; e) Produção de tiras de PET.



Fonte: autor.

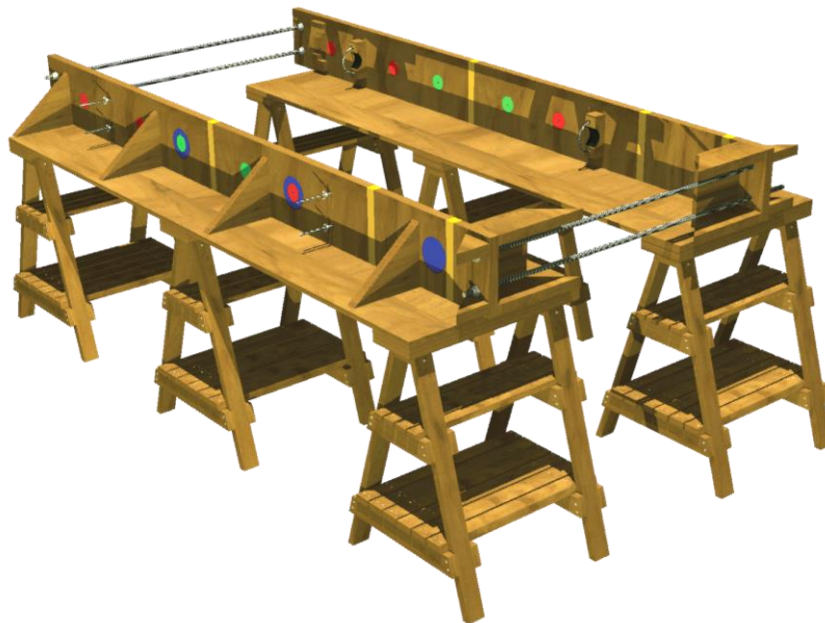
Depois de produzidos os quatro modelos em escala 1:2 e verificado as eficiências e melhorias nos projetos dos painéis modulares, foi possível dar continuidade ao processo de geração destes novos componentes construtivos. Dois fatos importantes que surgiram com estes modelos foram a possibilidade de serem aplicados na configuração de ambientes construídos para espaços recreativos infantis. Desta forma, os painéis modulares para fechamentos, objetivo desta pesquisa, também propiciaram a concepção de um subproduto, que poderá futuramente ser utilizado para novas ações realizadas por um Design Participativo junto às comunidades envolvidas neste projeto. O segundo fato é relacionado ao seu uso para iniciar a capacitação futura dos envolvidos nesta pesquisa, na construção dos painéis modulares. Uma vez que ao construir em escala, os participantes estarão aprendendo sobre a tecnologia desenvolvida e empregada nos painéis. E posteriormente, a construção dos protótipos físicos poderá ser mais facilmente

assimilada pelos participantes destas ações. Então, os modelos em escala também servirão como material didático.

6.2.3. Gabarito para os painéis modulares

Ao longo da etapa de elaboração de projeto dos painéis modulares, novos procedimentos ligados à atividade do designer, autor desta pesquisa, foram abordados. Neste sentido, a construção dos modelos em escala 1:2 identificou a necessidade de ser criado um gabarito para a montagem dos quatro protótipos físicos dos painéis. O gabarito tipifica a montagem dos painéis, facilitando alcançar suas dimensões modulares, uma vez que o formato dos colmos de bambus são tronco-cônico. Além de propiciar uma lógica construtiva mais simples, o gabarito também aumenta as chances de ser usufruído facilmente pelos futuros construtores dos painéis. E também, o gabarito permite a pré-fabricação dos painéis modulares. Então, o projeto do gabarito para produção dos painéis modulares foi desenvolvido pelo designer autor desta pesquisa (Figuras 97 e 98).

Figura 97. Gabarito elaborado para a produção dos painéis modulares.



Fonte: autor.

Figura 98. Cavalete utilizado na composição da bancada para apoio do gabarito.

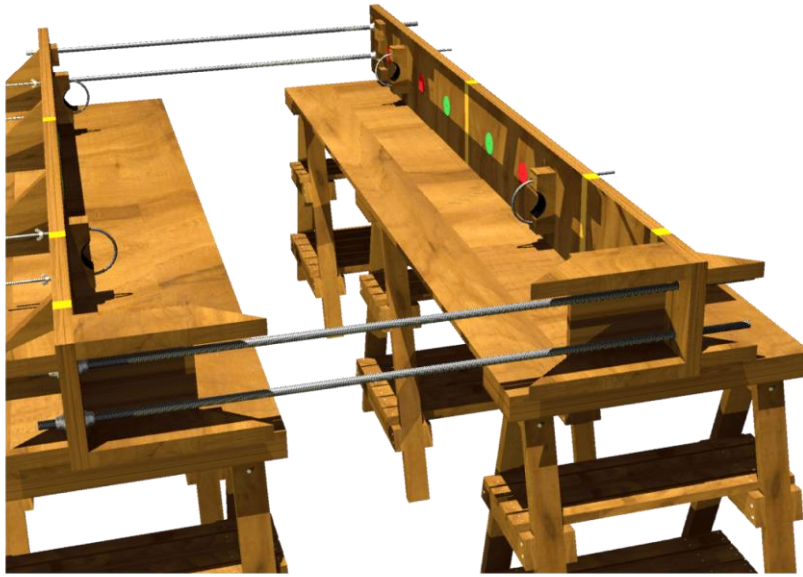


Fonte: autor.

Basicamente, o projeto concebido para o gabarito previu um novo produto que permita e facilite a montagem dos painéis modulares, mas também que sirva como posto de trabalho. E mais, que este local também seja móvel, facilitando sua mobilidade e adaptação ao local de produção dos painéis modulares. Assim, o gabarito é composto por duas bancadas, cada uma com seis cavaletes e dois tampos, todos independentes entre si. Os cavaletes servem tanto como estrutura das bancadas, para o local de armazenagem das peças e das ferramentas necessárias durante a montagem dos painéis. Além destas duas bancadas, o gabarito é composto por dois componentes de madeira, conectados por quatro barras roscadas. Cada um destes dois componentes é configurado por diversas peças, estando todas unidas entre si.

O projeto elaborado para os painéis foi concebido para ser de fácil construtibilidade e que dialogue com o repertório cultural das duas comunidades envolvidas. Neste sentido, o projeto previu três tipos de uniões entre as peças que configuram as estruturas mestra e auxiliar dos painéis, sendo dois encaixes e uma sobreposição. Nesta linha de pensamento, o designer autor desta pesquisa, desenvolveu o gabarito para que ele sirva também como material instrutivo durante a montagem dos painéis modulares. Isto é, visando facilitar o futuro uso do gabarito pelos envolvidos nesta pesquisa, optou-se pela adoção de formas e cores - círculos vermelhos, verdes e azuis, e retângulos amarelos (Figura 99). Estes símbolos indicam as ações durante as montagens dos painéis.

Figura 99. Formas e cores no uso do gabarito para a montagem dos painéis.



Legenda

Gabarito na posição horizontal

Gabarito na posição vertical



Todos os quatro painéis modulares



Todos os quatro painéis modulares



Painel modular janela



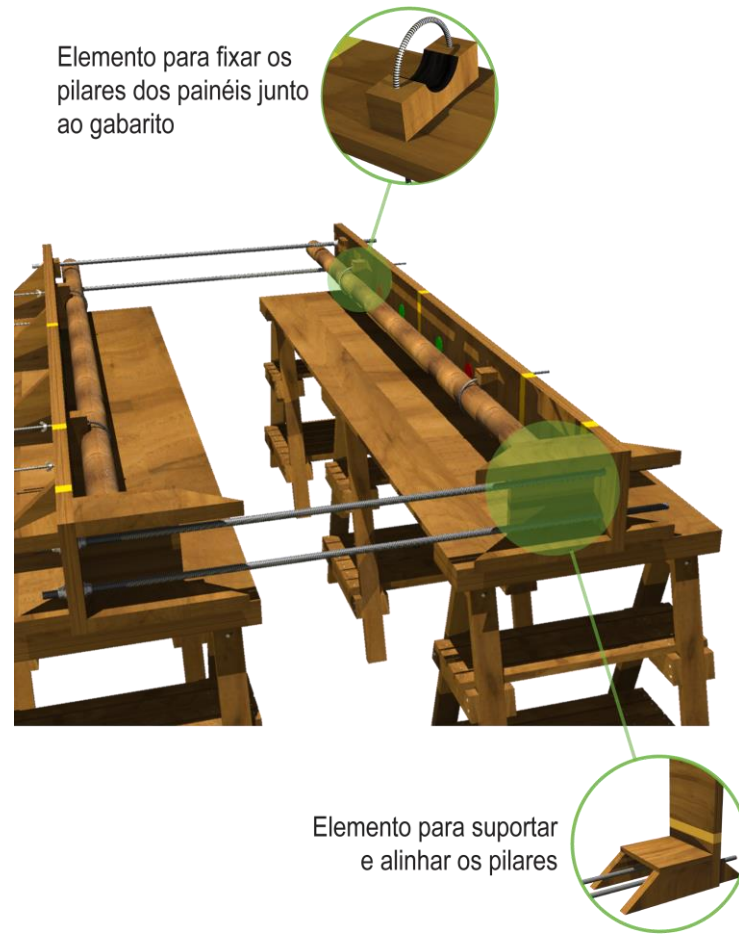
Painel modular porta

Fonte: autor.

Os círculos indicam os furos a serem feitos nos painéis, enquanto o gabarito está na posição horizontal. As cores dos círculos correspondem aos quatro painéis, isto é, para a montagem dos quatro painéis, a cor vermelha guia as operações de furos passantes e localização de peças específicas. O painel janela é montado seguindo as cores vermelha e verde, enquanto que o painel porta utiliza as cores vermelha e azul. Já os retângulos na cor amarela, necessitam que o gabarito esteja na posição vertical, servindo como guia de furos passantes e instalações de peças específicas em todos os painéis.

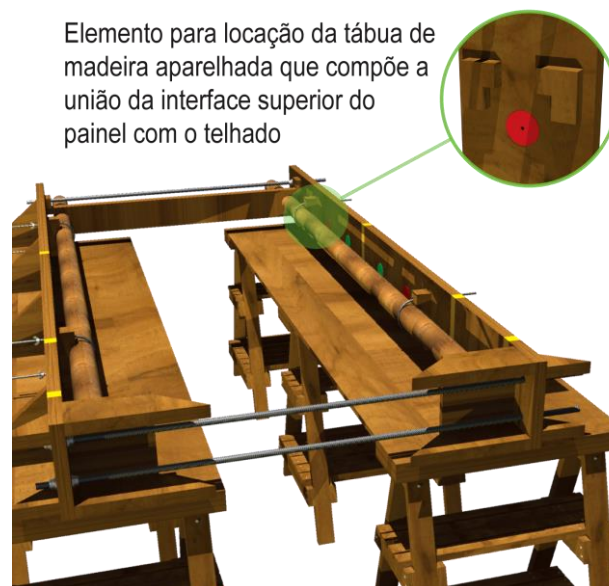
Para demonstrar o modo de uso do gabarito no processo de montagem dos painéis, foram gerados renders que representassem visualmente um tutorial. Neste sentido, como exemplo deste processo de montagem dos painéis com o gabarito, foi utilizado o painel modular liso (Figura 100, 101, 102, 103 e 104).

Figura 100. Parte I – Travamento dos pilares no gabarito.



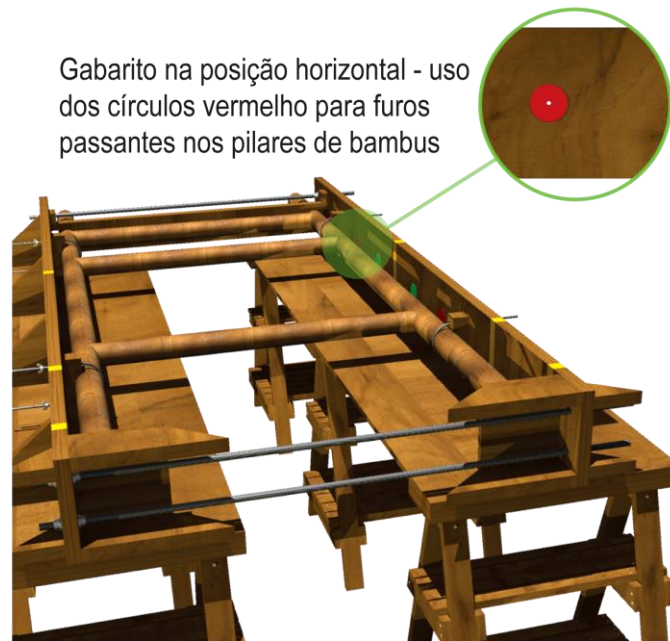
Fonte: autor.

Figura 101. Parte II – Posicionamento da tábua de madeira aparelhada no gabarito, junto aos pilares.



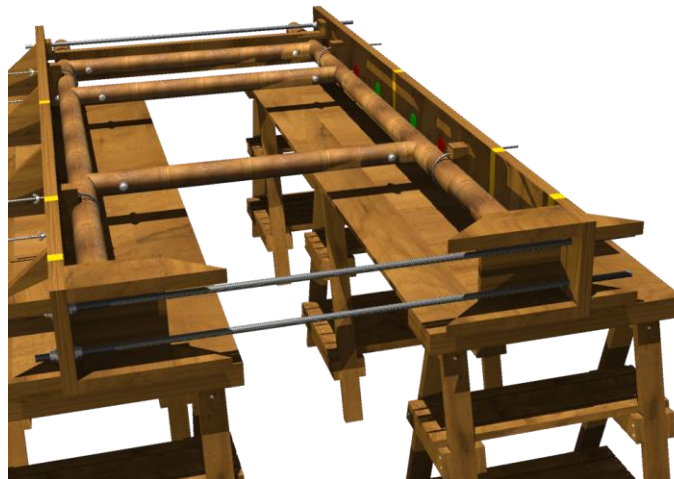
Fonte: autor.

Figura 102. Parte III – Execução de furos passantes nos pilares com uso dos círculos vermelhos e experimentação das peças da estrutura mestra horizontal.



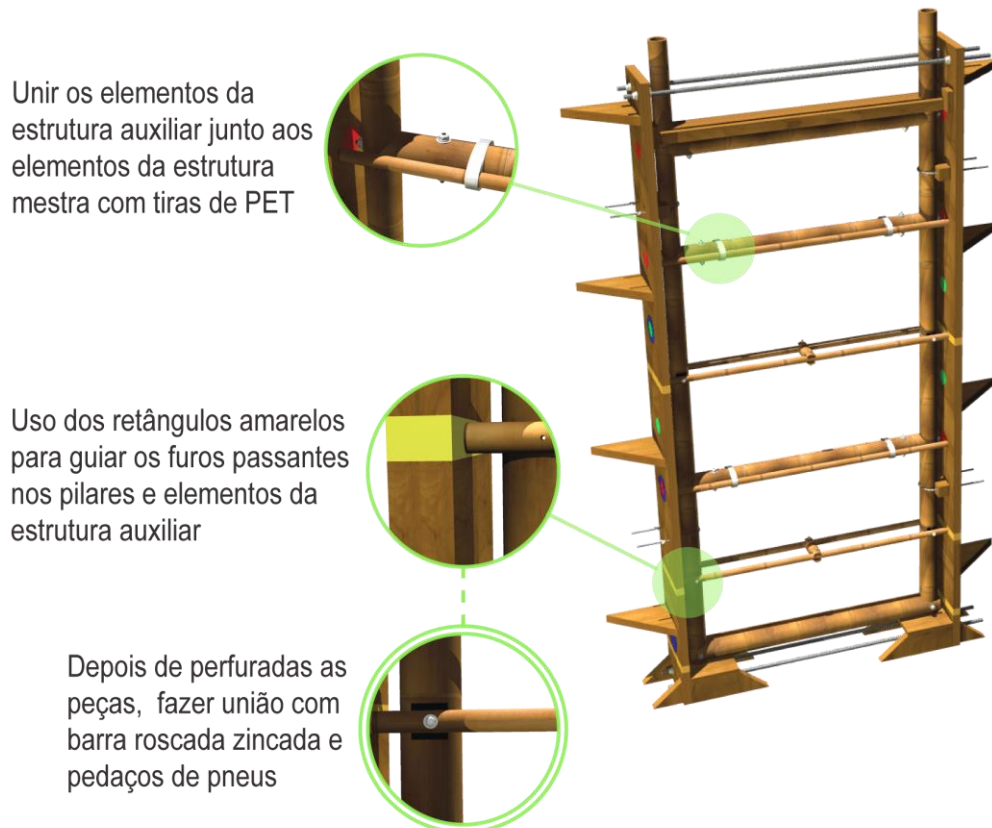
Fonte: autor.

Figura 103. Parte IV – Colocação das peças “J's”, barras roscadas zincadas e apertar porcas.



Fonte: autor.

Figura 104. Parte V – Realização dos furos passantes nos pilares e peças da estrutura auxiliar, seguido do uso de barras roscadas zincadas.



Fonte: autor.

Com a finalização desta etapa de elaboração de projeto, desenvolvida pelo designer autor desta pesquisa, deu-se início à confecção dos protótipos físicos dos painéis modulares. Para este momento de produção foi utilizado o Laboratório de Mecânica da FEB/UNESP/Bauru, com o auxílio de um marceneiro da instituição.

6.3. PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS FÍSICOS

6.3.1. Gabarito para os painéis modulares

A partir do repertório formado com a realização de um Design Participativo junto aos usuários/comunidades envolvidos nesta pesquisa, seguindo para a fase de elaboração de projeto, etapa específica do designer, foi iniciada a produção dos protótipos físicos. Primeiro foi construído o gabarito, para então ocorrer a confecção e montagem dos quatro painéis modulares. A ideia de um gabarito dialoga com a proposta da pré-fabricação e a tipificação, possibilitando uma produção seriada.

Para a sua construção foi necessário o auxílio de um marceneiro, funcionário da UNESP, campus de Bauru (Figura 105).

Figura 105. Construção do gabarito.



Fonte: autor.

Depois de produzidas as peças dos componentes do gabarito, o designer autor desta pesquisa deu início a sua montagem, com o auxílio do marceneiro (Figura 106).

Figura 106. Gabarito finalizado.



Fonte: autor.

É importante ressaltar as adaptações no projeto elaborado para o gabarito, devido à sua materialização. Principalmente no tocante à aplicação das cores e formas presentes no gabarito, visando instruir a montagem dos painéis projetados. Em projeto fez-se uso destas no lado externo e interno do gabarito, porém, seu protótipo físico levou estas indicações somente em seu lado externo (Figuras 107 e 108). As demais modificações que aconteceram foram consideradas de menor

relevância, não comprometendo o desempenho do gabarito. Como por exemplo, ocorreram trocas de certos materiais previstos no projeto, porém, foram substituídos por outros que realizassem a mesma função no conjunto gabarito.

Figura 107. Lado direito externo do gabarito com as cores e formas usadas para indicar a montagem dos painéis modulares.



Fonte: autor.

Figura 108. Lado esquerdo externo do gabarito com as cores e formas usadas para indicar a montagem dos painéis modulares.



Fonte: autor.

Com a confecção do gabarito, acredita-se que outra possível finalidade para os painéis modulares poderá ser verificada futuramente. Além de seu uso na configuração de ambientes construídos e espaços recreativos infantis como identificada com a produção dos modelos em escala 1:2, faz-se a hipótese de serem viáveis também para ambientes de existência efêmera, como por exemplo, divisórias

entre estandes em eventos diversos. Esta nova possibilidade dá-se em função do funcionamento do gabarito, ao permitir o uso de colmos de bambus com menores diâmetros. Isto significa uma interferência na lógica modular adotada na concepção dos projetos dos painéis. Ao ser utilizado colmos com diâmetros reduzidos para a configuração dos quatro painéis modulares, suas dimensões largas e comprimentos – 140 cm e 280 cm, respectivamente, manter-se-ão, mas as espessuras dos painéis irão diminuir. Então, o peso de cada um dos quatro painéis modulares também serão alterados para valores menores. Outro ponto considerado com o uso dos painéis na configuração de ambientes efêmeros é que se tornam desnecessários os revestimentos em terra das esteiras de bambus, localizadas externamente nos painéis. Tal fato contribui para a redução ainda maior do peso final dos painéis, bem como aumenta as possibilidades de aplicações estéticas com as esteiras e os entramados.



Esta ideia de nova aplicação dos painéis modulares torna-se ainda mais factível quando analisada a repercussão causada com a diminuição dos pesos e volumes finais dos painéis. Uma é a possibilidade de serem empregadas espécies de bambus de porte médio, o que facilita todo o trabalho na cadeia produtiva do bambu, considerando a colheita, o manejo, o tratamento, a estocagem, a secagem, o beneficiamento e o uso dos colmos. Neste momento de uso dos colmos, a confecção das peças que configuram os painéis modulares, bem como suas montagens no gabarito tornar-se-ão mais simples para os construtores envolvidos. Também, o manuseio dos painéis modulares com peso e volume reduzidos, tornará o trabalho mais brando. Para tanto, identifica-se a necessidade futura de mais investigações que validem as especulações levantadas. Como sugestão, o designer autor desta pesquisa, acredita na experimentação prática como passo inicial na busca desta comprovação.

6.3.2. Protótipos físicos dos painéis modulares

Com a produção do gabarito, a produção dos protótipos físicos dos painéis modulares pôde ser iniciada. Durante este momento, fez-se o registro de todo o processo. Visando um fichamento mais amplo, também foi considerada a colheita de todos os colmos empregados nos quatro painéis (Tabela 11), atividade realizada em


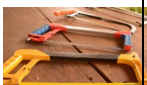
agosto de 2015 para os bambus que configuram as estruturas mestra e auxiliar e Janeiro de 2016 para os bambus utilizados nas esteiras e nos entramados. Também foram registrados os momentos de beneficiamento de todos os bambus empregados na configuração das estruturas mestra e auxiliar (Tabela 12). Já o não registro das esteiras e os entramados, deveu-se ao fato de que os bambus empregados nestas duas técnicas são utilizados diretamente após o tratamento dos colmos colhidos, ou seja, ainda úmidos. Posteriormente, estes devem permanecer estocados até estarem secos e aptos para uso.

Tabela 11. Fichamento da colheita dos bambus utilizados nos quatro painéis modulares.

Máquina	Ação realizada	Material processado	Processo	Função no painel	Gastos
	Cortes	.2 colmos de <i>Guadua chacoensis</i> ; .9 colmos de <i>Guadua angustifolia</i> .	Colheita e limpeza	Estrutura mestra dos painéis	.2 dias de trabalho; .2 pessoas; .1,6 L de gasolina.
		.6 colmos de <i>Bambusa oldhamii</i>		Esteiras dos painéis	.1/2 dia de trabalho; .2 pessoas; .800 ml de gasolina.
.8 colmos de <i>Bambusa tuldoides</i>		Estrutura auxiliar dos painéis		.1/4 dia de trabalho; .4 pessoas.	
.18 colmos de <i>Bambusa tuldoides</i>		Entramados dos painéis		.1 dia de trabalho; .1 pessoa.	
					

Fonte: autor.

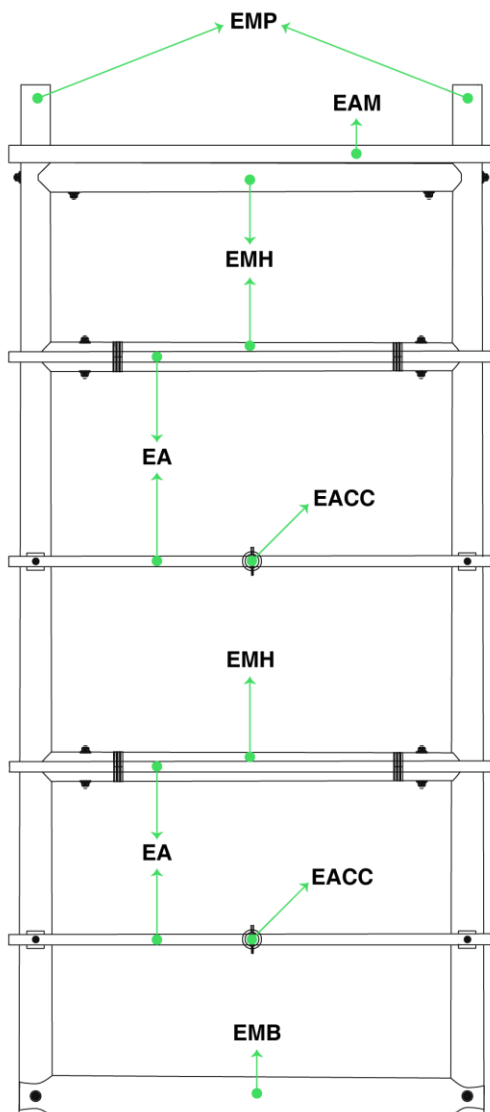
Tabela 12. Fichamento do beneficiamento dos bambus utilizados nos quatro painéis modulares.

Máquina	Ação realizada	Material processado	Processo	Função no painel	Gastos
	Cortes	.2 colmos de <i>Guadua chacoensis</i> ; .9 colmos de <i>Guadua angustifolia</i> .	Seleção e beneficiamento para a confecção das peças dos painéis	Estrutura mestra dos painéis	.1 dia de trabalho; .1 pessoa; .11 min e 43 s de máquina ligada.
		.8 colmos de <i>Bambusa tuldoides</i>		Estrutura auxiliar dos painéis	.30 min de trabalho; .2 pessoas.

Fonte: autor.

É importante frisar novamente que, os elementos que configuram todos os quatro painéis modulares são bastante similares (Figuras 109, 110, 111 e 112). Uma vez que, para a configuração de qualquer um dos quatro painéis, bastam apenas três tipos de uniões, sendo dois referentes a encaixes e outro a sobreposição. As peças que os utilizam, são praticamente as mesmas em todos os painéis, salvo a dimensão comprimento. Neste sentido, o fichamento durante a confecção das peças que compõem as estruturas mestra e auxiliar dos quatro painéis, considerando a principal matéria-prima empregada, o bambu, ocorreu somente com o painel modular liso.

Figura 109. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular liso.

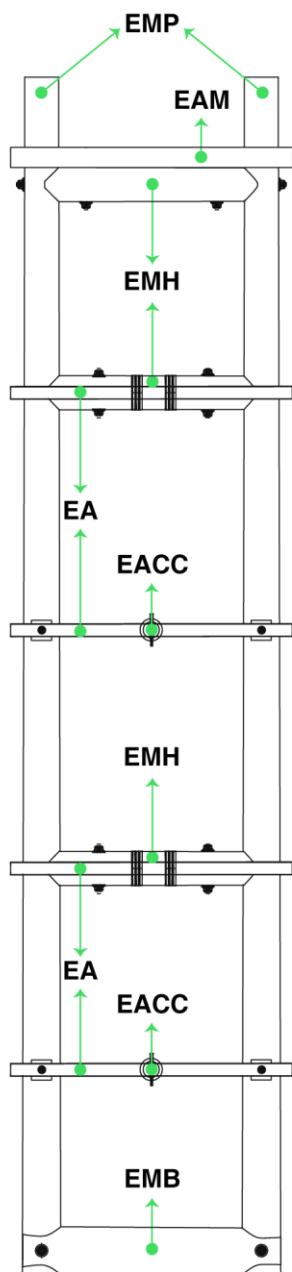


LEGENDA

- EMP - Estrutura Mestra Pilar
- EMH - Estrutura Mestra Horizontal
- EMB - Estrutura Mestra da Base
- EA - Estrutura Auxiliar
- EACC - Estrutura Auxiliar Conector com Cavilha
- EAM - Estrutura Auxiliar em Madeira

Fonte: autor.

Figura 110. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular conector.

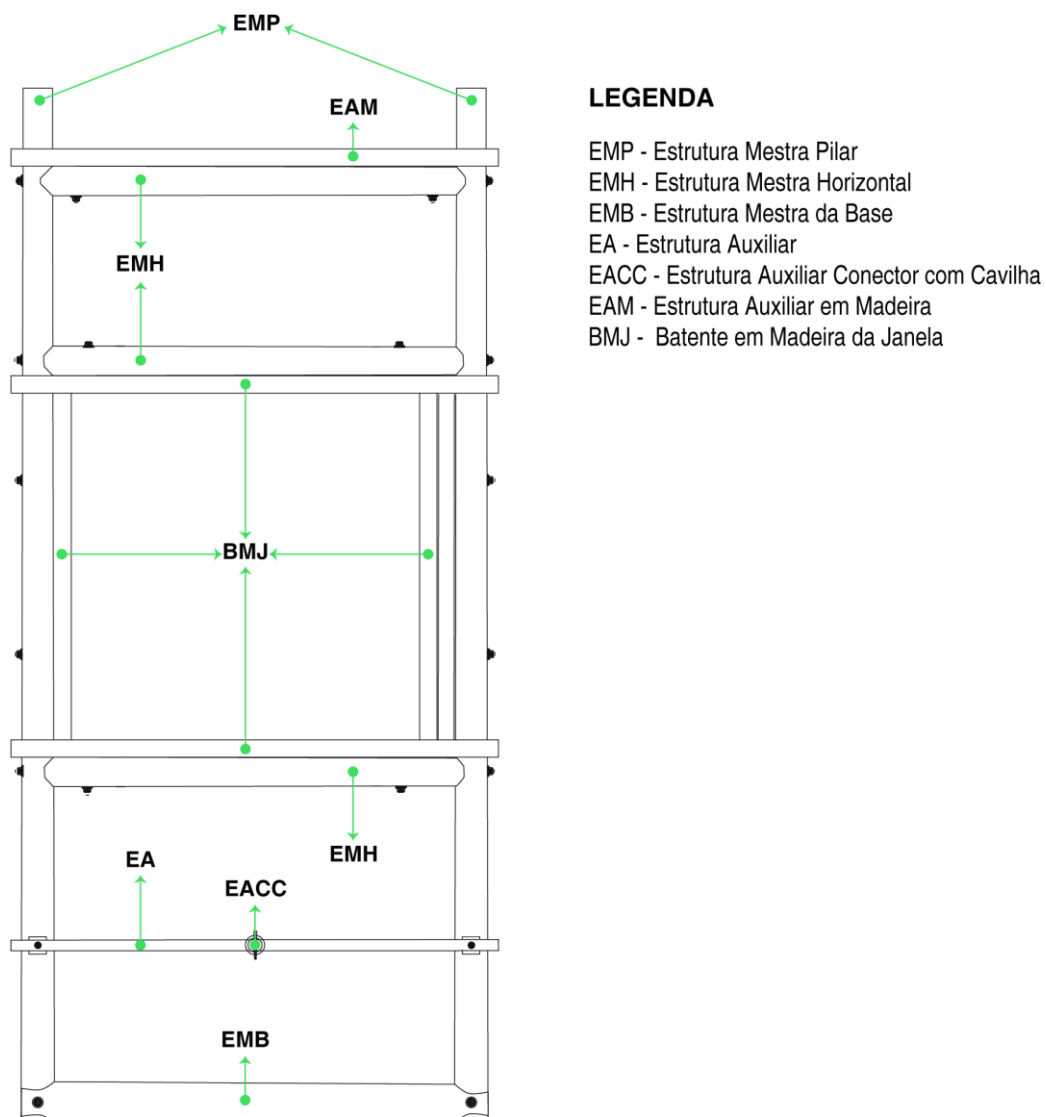


LEGENDA

- EMP - Estrutura Mestra Pilar
- EMH - Estrutura Mestra Horizontal
- EMB - Estrutura Mestra da Base
- EA - Estrutura Auxiliar
- EACC - Estrutura Auxiliar Conector com Cavilha
- EAM - Estrutura Auxiliar em Madeira

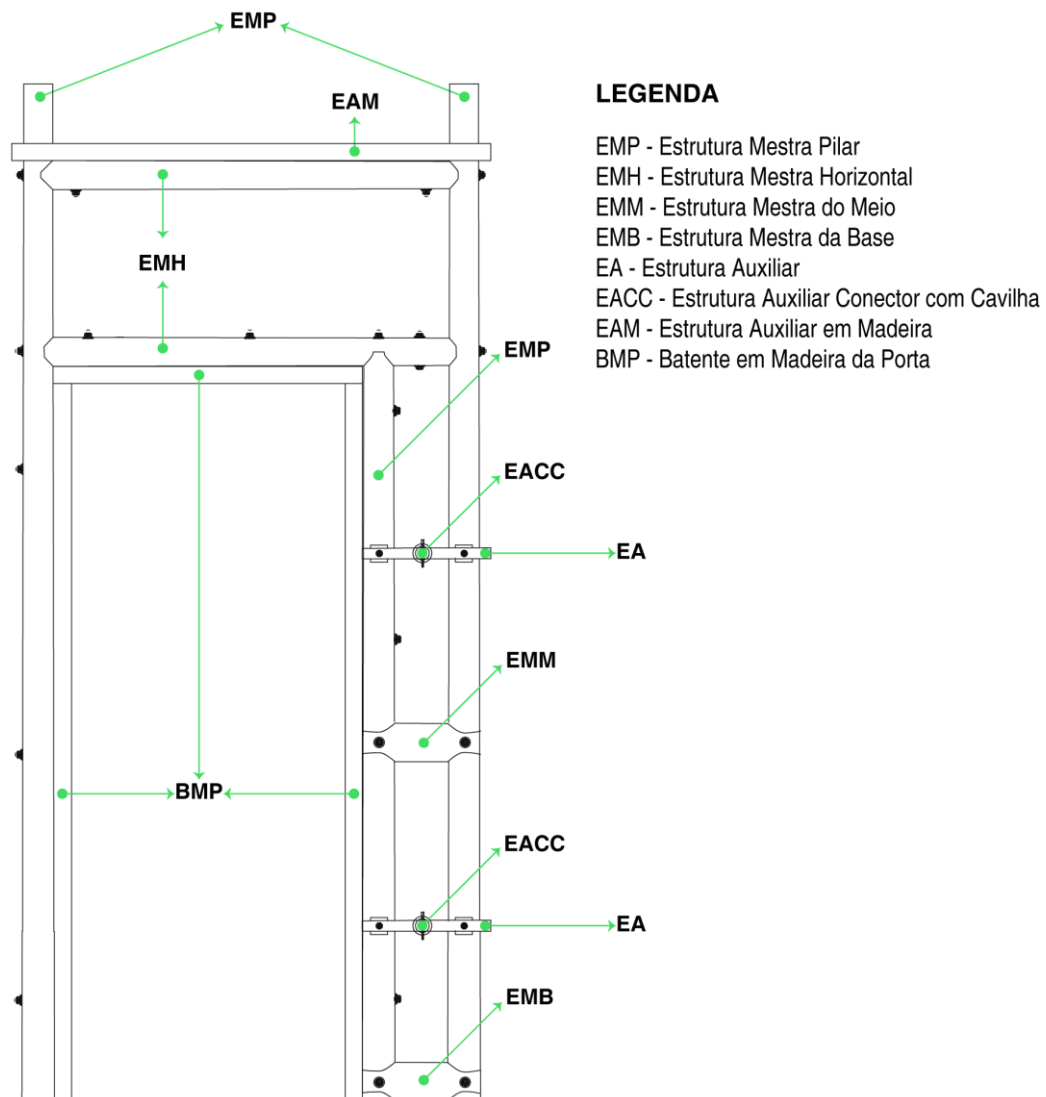
Fonte: autor.

Figura 111. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular janela.



Fonte: autor.

Figura 112. Desenho esquemático dos elementos que configuram as estruturas mestra e auxiliar do painel modular porta.







Fonte: autor.

Enquanto o registro para a produção das peças que compõem os quatro painéis fora realizado somente com o painel modular liso (Tabela 13), a produção dos elementos que configuram as esteiras e os entramados foram considerados o tempo, o material gasto e o número de indivíduos necessários, levando em consideração os quatro painéis (Tabela 14). Isto porque, os desenhos de cada um dos painéis, o liso, o conector, a janela e a porta, são diferentes, influenciando decisivamente na quantificação para cada um dos painéis.

Tabela 13. Fichamento durante a confecção das peças das estruturas mestra e auxiliar do painel liso.

Registro Fotográfico	Máquina Ferramenta	Ação realizada	Material processado	Processo	Função no painel
		Corte em ângulo	<i>Guadua angustifolia</i>	Início da confecção do encaixe tipo boca-de-peixe	EMP
		Desbaste	<i>Guadua angustifolia</i>	Confecção do encaixe tipo boca-de-peixe	EMP
		Acabamento	<i>Guadua angustifolia</i>	Finalização do encaixe tipo boca-de-peixe	EMP
		Corte em ângulo	<i>Guadua angustifolia</i>	Início da confecção do encaixe tipo boca-de-peixe	EMH
		Desbaste	<i>Guadua angustifolia</i>	Confecção do encaixe tipo boca-de-peixe	EMH
		Acabamento	<i>Guadua angustifolia</i>	Finalização do encaixe tipo boca-de-peixe	EMH
		Furo passante	<i>Guadua angustifolia</i>	Furo passante para união entre os elementos da estrutura mestra	EMH
		Corte reto	<i>Guadua angustifolia</i>	Início da confecção do conector da estrutura auxiliar	EACC
		Furo passante	<i>Guadua angustifolia</i>	Furo passante para junção das peças que configuram a estrutura auxiliar através do uso de cavilhas de bambu	EACC
		Furo	<i>Guadua chacoensis</i>	Início da confecção do encaixe tipo duas orelhas	EMB e EMM
		Corte reto	<i>Guadua chacoensis</i>	Confecção do encaixe tipo duas orelhas	EMB e EMM

		Desbaste	<i>Guadua chacoensis</i>	Confecção do encaixe tipo duas orelhas	EMB e EMM
		Acabamento	<i>Guadua chacoensis</i>	Finalização do encaixe tipo duas orelhas	EMB e EMM

Fonte: autor.

Tabela 14. Fichamento durante a confecção dos elementos das esteiras e dos entramados dos quatro painéis.

Registro Fotográfico	Máquina Ferramenta	Material processado	Ação realizada	Função no painel	Tempo x Indivíduos
		.6 colmos de <i>Bambusa oldhamii</i>	Abertura dos colmos de bambu em formas de esteiras	Esteiras, parte externa e revestida dos painéis	. ½ dia de trabalho; .2 pessoas.
		.18 colmos de <i>Bambusa tuldoides</i>	Repartição dos colmos em tiras	Entramados, parte interna dos quatro painéis	. ½ dia de trabalho; .1 pessoa.
-		. 18 colmos de <i>Bambusa tuldoides</i>	Corte inicial para a confecção manual de tiras	Entramados, parte interna dos painéis	. 2 dias e ½ de trabalho; . 1 pessoa.
		.6 colmos de <i>Bambusa oldhamii</i> já abertos na forma de esteiras	Confecção das esteiras	Esteiras, parte externa e revestida dos painéis	. 1 dia e ½ de trabalho; . 2 pessoas.

Fonte: autor.

Com o registro feito durante a confecção das peças das estruturas mestra e auxiliar do painel modular liso, servindo como referência para os demais painéis, é importante destacar a ausência de registro referente aos colmos de bambus da

espécie *Bambusa tuldoides*, empregada nas estruturas auxiliares dos painéis. Isto porque, depois de beneficiados, as peças feitas com estes colmos já estão aptas para emprego na produção dos painéis. Pois, os elementos que configuram as estruturas auxiliares dos painéis feitas com esta espécie de bambu não preveem encaixes para suas uniões junto às demais. Neste sentido, a tabela com o registro do beneficiamento dos colmos de bambus desta espécie serve como fichamento também para a etapa de confecção das peças que compõem as estruturas auxiliares do painel modular liso. Porém, neste registro foram considerados os quatro painéis. Futuramente, visando aperfeiçoar o registro dos colmos de bambus desta espécie empregados nos painéis modulares, sugere-se a consideração deste ponto, devendo ser feito um acompanhamento individual para cada um dos quatro painéis.

Outro ponto que pode ser observado com as quatro figuras e duas tabelas anteriormente apresentadas diz respeito a um ponto em específico com o painel modular porta. Este painel apresenta uma peça, dentre todas as outras, considerando todos os quatro painéis, que está prevista somente neste. Tal peça, que leva a legenda EMM – Estrutura Mestra do Meio, feita com a espécie *Guadua chacoensis*, é similar as EMB – Estrutura Mestra da Base, presente em todos os painéis. Uma vez que, a EMM e as EMB apresentam o mesmo encaixe, apenas com a dimensão comprimento diferentes entre um painel e outro. Logo, seu fichamento com base na confecção da peça EMB que compõe o painel modular liso, também é válido para o painel modular porta.

Deste levantamento também foi possível fazer uma estimativa dos bambus necessários para as estruturas mestra e auxiliar, a esteira e o entramado de cada um dos quatro painéis (Tabela 15). A adoção do termo estimativa está relacionada a influencia da forma dos colmos de bambus e seus aproveitamentos. Para as estruturas mestra e auxiliar de cada um dos quatro painéis, são aproveitadas apenas a base e o meio dos colmos, devido ao seu afinamento. Este fator impede o aproveitamento total dos colmos no projeto concebido para as estruturas mestras e auxiliares dos painéis. Esta estimativa considerou um acréscimo em torno de 30% na dimensão comprimento e quantidade dos colmos. Isto porque, os colmos colhidos são cortados com um comprimento bruto, atingindo o comprimento final, somente com a confecção de uma dada peça. Esta tática prevê tanto a perda de material com

as peças que levam encaixes para suas uniões a outros elementos, quanto possíveis erros durante a produção que possam descartar a peça em trabalho.

Tabela 15. Estimativa das quantidades de bambus necessárias para cada um dos painéis.

BAMBUS	<i>Guadua angustifolia e Guadua chacoensis</i>	<i>Bambusa tuldoides</i>	<i>Bambusa oldhamii</i>	<i>Bambusa tuldoides</i>
	Estruturas mestras	Estruturas auxiliares	Esteira	Entramado
Liso	.12 m de <i>Guadua angustifolia</i> ; .2 m de <i>Guadua chacoensis</i> .	.15 m	.2 colmos e meio	.6 colmos
Porta	.12 m <i>Guadua angustifolia</i> ; .1 m de <i>Guadua chacoensis</i> .	.2,50 m	.1 colmo	.4 colmos
Janela	.13,50 m de <i>Guadua angustifolia</i> ; .2 m colmo de <i>Guadua chacoensis</i> .	.4 m	.1 colmo e meio	.5 colmos
Conector	.10 m de <i>Guadua angustifolia</i> ; .1 m colmo de <i>Guadua chacoensis</i> .	.7,50 m	.1 colmo	.3 colmos

Fonte: autor.

Visando um levantamento mais preciso, futuramente, fazem-se necessários estudos mais aprofundados junto às etapas da cadeia produtiva do bambu trabalhadas para a materialização dos painéis modulares. Estas novas investigações poderão levar em consideração a melhoria no aproveitamento dos colmos, isto é, suas pontas e galhos, desperdiçados durante a produção dos painéis. Como sugestão para este ponto, o designer autor desta pesquisa cria a hipótese de ser possível fechar um ciclo com o uso total do colmo de bambu junto à produção dos painéis modulares. Assim, a base e o meio dos colmos de bambu seriam dedicados às estruturas mestras e auxiliares dos painéis e as pontas não seriam desperdiçadas, pois seriam utilizadas junto aos revestimentos com terra, recobrando as esteiras externas. Uma última consideração é com a estipulação dos custos

apreendidos nos trabalhos realizados com o bambu, posto a especificidade do trabalho no campo e na construção.

Dentre os materiais convencionais, a madeira, o grampo, o pino, o verniz, a cal, o cimento e a barra roscada com porcas e arruelas, somente esta última foi quantificada (Tabela 16). Com relação a quantificação dos resíduos empregados nos painéis, estes não apresentaram custo de aquisição e baixíssimo tempo de trabalho para propiciar seus usos. Os resíduos utilizados nos painéis foram pedaços de pneus, tiras de PET e de lona de outdoor. Quanto a terra, prevista para revestir as esteiras externas dos painéis, e os sacos de rafia, empregados no revestimento denominado CALFITICE, foram realizados apenas testes visuais de sua aplicação em esteiras com 50 cm x 50 cm.

Tabela 16. Quantificação das barras roscadas necessárias para cada um dos quatro painéis.

PAINÉIS	BARRAS ROSCADAS	COMPRIMENTO (m)	PORCAS	ARRUELAS
LISO	5/16" em aço inox	2,40	24	24
	5/16" zincada	1,20		
	3/16" zincada	0,68		
PORTA	5/16" em aço inox	2,20	37	37
	5/16" zincada	2,38		
	3/16" zincada	0,68		
JANELA	5/16" em aço inox	2,50	32	32
	5/16" zincada	2,10		
	3/16" zincada	0,68		
CONNECTOR	5/16" em aço inox	2,40	24	24
	5/16" zincada	1,20		
	3/16" zincada	0,68		

Fonte: autor.

A quantificação das barras roscadas, porcas e arruelas, chamou a atenção do designer, autor desta pesquisa, uma vez que o preço do metro das barras 5/16" em aço inox são bastante elevados. Este fator poderia comprometer a consolidação do novo produto gerado nesta pesquisa de mestrado, já que possui como uma de suas principais propostas a adequação junto à realidade das duas comunidades

participantes, perfil socioeconômico baixo. Porém, com a produção dos quatro painéis modulares foi identificada a possibilidade de ser empregada uma nova peça em substituição dos “J’s”. Os elementos “J’s” são feitos em aço inox e utilizados nas uniões com encaixes do tipo boca-de-peixe. Tal mudança implica na adoção de menos barras roscadas, uma redução estimada entre 15% a 25%, também no uso de barras zincadas, que possuem um valor acessível. Para tanto, futuramente faz-se necessário a experimentação desta nova peça e sua quantificação para cada um dos painéis.

Depois de beneficiados os colmos de bambus e confeccionados todos os elementos dos quatro painéis modulares foi iniciada a montagem de cada um destes no gabarito. Primeiro, foi feita a montagem do painel modular liso. No processo de confecção e registro de todas as peças que compõem as estruturas mestra e auxiliar deste painel, bem como sua montagem no gabarito, foram necessários 1 dia e meio para tais atividades, considerando apenas um construtor, o designer autor desta pesquisa (Figura 113). Seguramente, pode-se afirmar que a montagem poderia ser efetuada em menor tempo para a produção deste painel modular. Isto porque, levando em conta a atividade de registro durante a confecção das peças que compõem suas estruturas mestra e auxiliar, há um despreendimento de tempo considerável.

Figura 113 – Etapa de montagem do painel modular liso e seu protótipo físico finalizado, respectivamente.

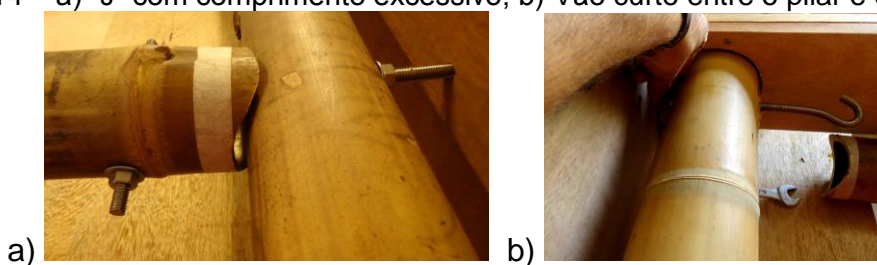


Fonte: autor.

Durante a montagem deste primeiro painel foi constatado a eficiência no funcionamento do gabarito. Os elementos que o compõem apresentaram-se como suficientes para o que fora concebido o projeto. Porém, buscando seu aperfeiçoamento faz-se a consideração de, futuramente, estudos que deem continuidade aos símbolos aplicados no gabarito para instrução de seu uso. O adotado foram círculos vermelhos, verdes e azuis, e retângulos amarelos, todos localizados na parte externa do gabarito. Acredita-se que outras formas geométricas, bem como a adição de um instrumento para medições ou referenciar as dimensões dos painéis, poderão tornar seu uso ainda mais acessível.

Com a montagem do painel modular liso foi possível identificar uma ocorrência que necessitará de melhorias técnicas, tanto nas peças dos painéis, quanto no gabarito. Tal ocorrência foi com relação ao comprimento dos “J’s” empregados nos encaixes do tipo boca-de-peixe entre a união dos componentes da estrutura mestra horizontal junto à estrutura mestra pilar. A distância existente entre a madeira do gabarito e os pilares dos painéis é limitada, com 3,5 cm de vão. Este curto espaço compromete o uso dos “J’s” que não foram previamente medidos com as peças em que seu uso é efetivado, bem como dificulta o aperto da porca pelo construtor (Figura 114).

Figura 114 – a) “J” com comprimento excessivo; b) Vão curto entre o pilar e o gabarito.



Fonte: autor.

O segundo a ser produzido foi o painel modular porta (Figura 115). De modo similar ao fichamento do painel modular liso, o tempo desprendido e contabilizado não considerou o registro da confecção de todas as peças de suas estruturas mestra e auxiliar. Então, considerando somente a confecção de todas as peças e a montagem do painel modular porta, sua materialização aconteceu em 2 dias, atuando para isto apenas um construtor, o designer autor desta pesquisa.

Figura 115 – Etapa da montagem do painel modular porta e seu protótipo finalizado, respectivamente.

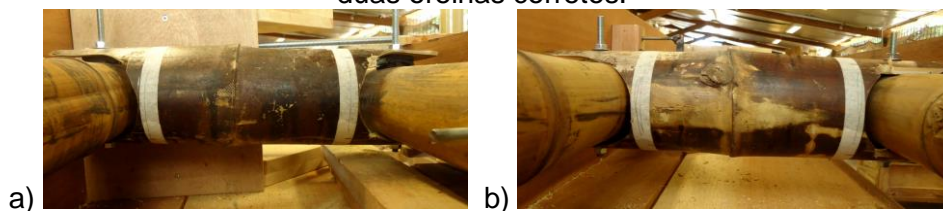


Fonte: autor.

A montagem do painel modular porta no gabarito, permitiu a identificação de uma nova ocorrência, também necessitando de melhorias técnicas no futuro. O acontecido foi com relação às peças que correspondem às peças EMB e EMM – estrutura mestra da base e estrutura mestra do meio, respectivamente. Ambas possuem encaixes do tipo duas orelhas, além de serem feitas com a mesma espécie de bambu e apresentando dimensões bastante próximas. Acredita-se que tais encaixes precisam passar por uma reformulação de seu planejamento de produção.

O colmo da espécie utilizada nestas peças, *Guadua chacoensis*, dificultou a confecção dos encaixes com as ferramentas e maquinários utilizados. Como sugestão, devem ser realizadas novas experimentações com outras ferramentas, como por exemplo, uso de serras copos de diversos diâmetros. Estas serras são acopladas a uma furadeira elétrica, realizando o corte no tamanho de seu diâmetro. No painel porta, a irregularidade foi identificada com a peça EMB e corrigida com a EMM (Figura 116). Na primeira, foram associados pedaços de pneus nos vãos existentes entre os encaixes e a peça de união, buscando viabilizar a peça e a união desta com outra.

Figura 116 – a) EMB com encaixes tipo duas orelhas irregular; b) EMM com encaixes tipo duas orelhas corretos.



Fonte: autor.

O terceiro produzido foi o painel modular janela (Figura 117). Assim como na produção do painel modular porta, o tempo desprendido e contabilizado não considerou a atividade de registro da confecção de todas as peças de suas estruturas mestra e auxiliar. Pois, o fichamento feito com o painel modular liso serve como referência para todos os outros três painéis. Para a confecção de todas as suas peças e sua montagem, o painel modular porta necessitou de 1 dia e meio para ser produzido. Em um único dia atuou somente um construtor, o designer autor desta pesquisa. Na metade do outro dia trabalharam 3 pessoas.

Figura 117 – Etapa da montagem do painel modular janela e seu protótipo finalizado, respectivamente.



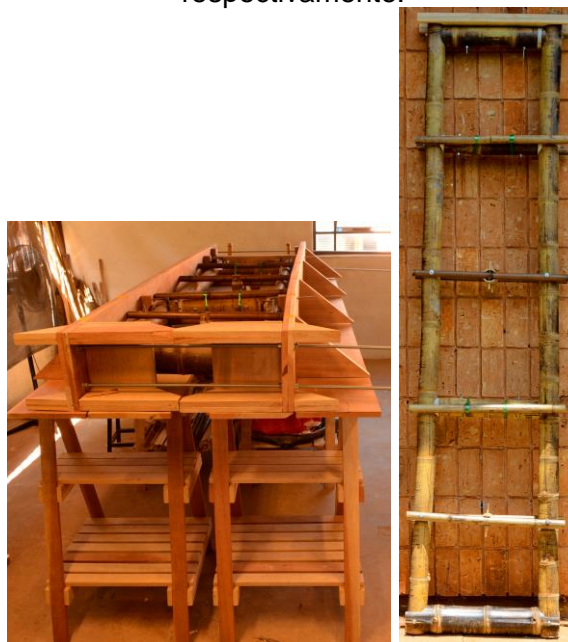
Fonte: autor.

Na montagem do painel modular janela junto ao gabarito, foi observada novamente a dificuldade encontrada durante a produção do painel modular porta

com a confecção das peças EMB e EMM. Diferente do painel porta, o painel janela não possui a peça EMM, logo, a ocorrência foi constatada junto à peça EMB. Porém, com a prática a confecção dos encaixes tipo duas orelhas foi sendo melhorada, não eliminando o fato de ter sido trabalhosa a sua confecção.

Por fim, o último painel modular produzido foi o conector (Figura 118). Na produção deste, o tempo desprendido e contabilizado não levou em consideração a atividade de registro da confecção de todas as peças de suas estruturas mestra e auxiliar. Neste sentido, foi necessário 1 dia para a confecção de todas as suas peças e sua montagem, considerando um construtor, o designer autor desta pesquisa.

Figura 118 – Etapa da montagem do painel modular conector e seu protótipo finalizado, respectivamente.



Fonte: autor.

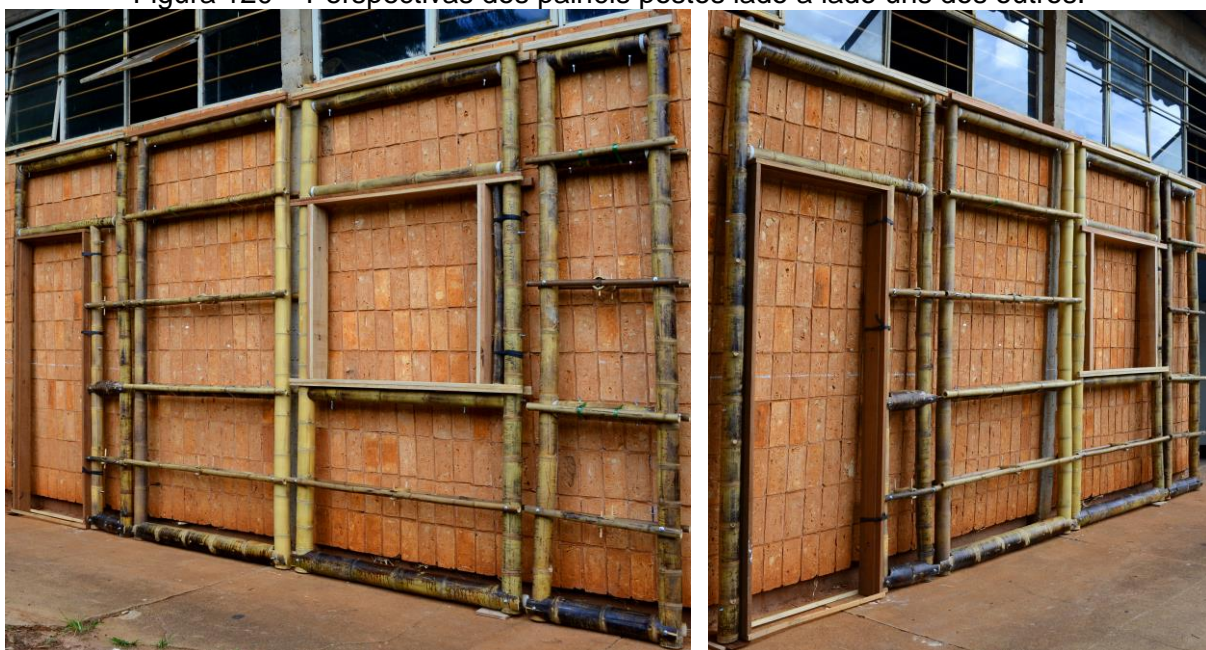
Após o processo de produção de todos os quatro protótipos físicos dos painéis modulares, propiciando a identificação das ocorrências anteriormente relatadas, os painéis foram postos juntos, lado a lado para serem efetuados os registros fotográficos (Figuras 119 e 120).

Figura 119 – Painéis modulares concebidos, lado a lado.



Fonte: autor.

Figura 120 – Perspectivas dos painéis postos lado a lado uns dos outros.

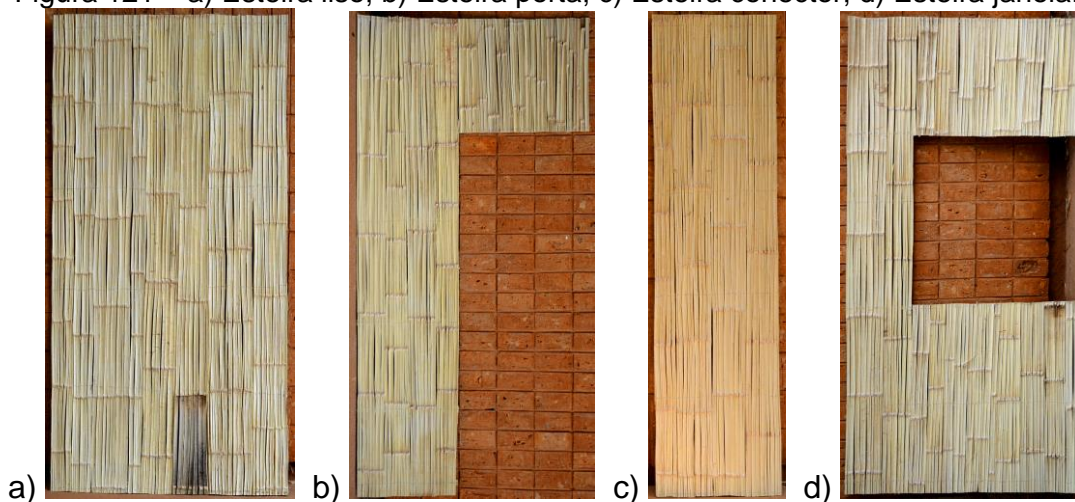


Fonte: autor.

Logo após o término dos protótipos físicos dos painéis modulares, deu-se início à confecção das esteiras (Figura 121) e dos entramados (Figura 122). Para as esteiras foram necessários 1 dia e meio de trabalho com dois construtores, o designer autor desta pesquisa e o marceneiro. Quanto os entramados, as mesmas

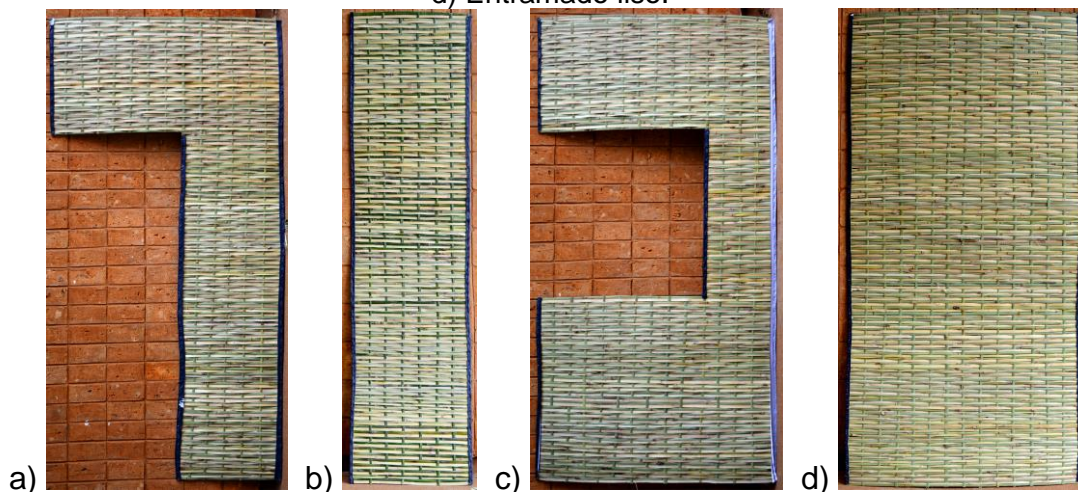
condições foram exigidas. A configuração das esteiras emprega ripas de bambus grampeadas junto a esteiras de larguras menores, enquanto que nos entramados empregaram-se tiras grampeadas entre si, e com a associação com as tiras de lona de outdoor (Figura 123).

Figura 121 – a) Esteira liso; b) Esteira porta; c) Esteira conector; d) Esteira janela.



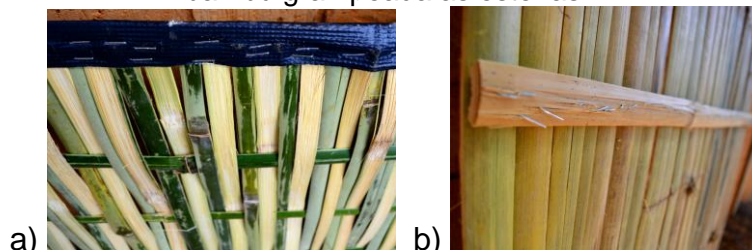
Fonte: autor.

Figura 122 – a) Entramado porta; b) Entramado conector; c) Entramado janela; d) Entramado liso.



Fonte: autor.

Figura 123 – a) Tiras do entramado grampeadas junto a tiras de lona de outdoor; b) ripa de bambu grampeada as esteiras.



Fonte: autor.

A produção dos painéis modulares permitiu verificar a viabilidade inicial de seus projetos concebidos, apresentando melhorias técnicas a serem realizadas, podendo acarretar também em melhorias práticas. Neste sentido, a eficiência da construtibilidade dos painéis, bem como dos materiais empregados nos protótipos físicos, permitem validar o potencial inicial destes novos produtos junto ao ramo da construção. Tal afirmação poderá ser consolidada com a aplicação futura dos painéis na configuração de um ambiente. Também, este emprego dos painéis permitirá um fichamento mais profundo dos pontos considerados anteriormente, buscando caracterizar a sua dimensão econômica.

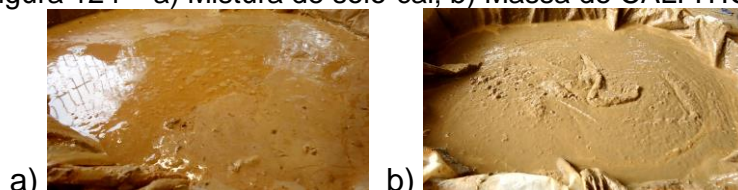
Quanto ao Design Participativo, neste momento da pesquisa, esperava-se o envolvimento dos alunos do Grupo Taquara, integrantes no Projeto Bambu da UNESP, campus de Bauru, desde 2009. Seus membros atuam em diversas etapas da cadeia produtiva, além de efetivar a extensão universitária. Porém, nesta etapa de produção dos painéis modulares, o envolvimento dos alunos não aconteceu. Este não envolvimento acarretou na confecção e montagem dos painéis de maneira individual, onde o designer autor desta pesquisa atuou praticamente sozinho. Isto comprometeu o rendimento real na produção de cada um dos painéis, pois o gabarito foi projetado para ser utilizado em, no mínimo, uma dupla de construtores. Outro ponto, o mais importante, esta ocorrência inesperada no Design Participativo, reafirma a necessidade de investigações contínuas no tema. Finalmente, pode-se afirmar que o Design Participativo realizado nesta pesquisa permitiu a elaboração dos projetos dos painéis, porém, num segundo momento, posterior à fase projetual, a confecção dos citados painéis não pôde ser efetuada de modo participativo.

6.3.3. Testes de revestimentos

Ao mesmo tempo em que estavam sendo produzidos os protótipos físicos do gabarito e dos painéis modulares, os testes de revestimentos foram iniciados. Tais testes buscaram identificar visualmente o comportamento, bem como possíveis patologias decorrentes da associação entre bambu com técnicas construtivas em terra. Para isto, foram confeccionadas seis esteiras com 50 cm x 50 cm, largura e altura, respectivamente.

As seis esteiras para testes foram divididas em três grupos, em função de três acabamentos diferentes a serem aplicados. Todas as seis esteiras foram revestidas com técnicas construtivas em terra. Na primeira camada, logo acima da esteira, na região interna do colmo, foi aplicada uma demão de solo-cal, e sobre esta foi empregada uma segunda camada, o CALFITICE (Figura 124). Para a aplicação desta segunda camada foi necessário aguardar a secagem da primeira.

Figura 124 – a) Mistura de solo-cal; b) Massa de CALFITICE.



Fonte: autor.

Outro ponto estudado com os seis testes, diz respeito ao uso da caiação. Em uma esteira de cada um dos três pares formados foi aplicada a cal, noutra não (Figura 125).

Figura 125 – Pares organizados na direção vertical, onde uma esteira leva caiação e a outra não.



Fonte: autor.

Depois de montadas as seis esteiras, estando três com caiação e três sem, os revestimentos foram aplicados. Primeiro o solo-cal, a sua secagem, então o CALFITICE. Nesta segunda camada houve a associação de sacos de ráfias, descartados com frequência pelos mercados e feiras (Figura 126). Sua adição nesta técnica é para que durante a secagem seja minimizado o aparecimento de trincas.

Figura 126 – Sacos de rafia a serem associados com o CALFITICE.



Fonte: autor.

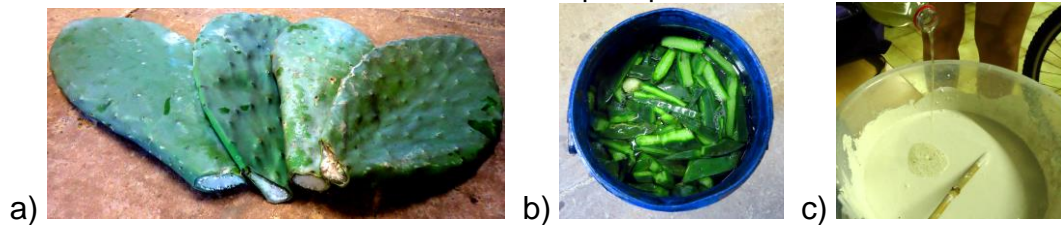
Com a secagem da segunda camada de revestimento, os acabamentos foram aplicados nas seis esteiras. Os três tipos de acabamentos empregados foram a pintura em cal, a pintura em tinta solo e a aplicação de pastilhas cerâmicas. Na pintura com a cal foi adicionada a baba de cacto de palma (Figura 127), agregando melhorias para a mistura, tornando-as

“[...] mais fáceis de trabalhar e com maior aderência. Os componentes essenciais dos extratos de cactáceas são mucilagens que têm a característica de reter água. Esta propriedade, que permite que as cactáceas sobrevivam sem o líquido vital por muito tempo, possibilita, nos rebocos e pintura de cal, a secagem lenta e uniforme, incrementando notavelmente sua resistência final. Para extrair a mucilagem dos cactos, basta cortá-los e deixá-los macerar em água [...]. Dependendo da temperatura do ambiente e da espécie de cactácea, este processo pode demorar de um dia até duas ou três semanas, e isso deve ser levado em consideração ao planejar o trabalho” (GUERRERO BACA, 2011, p.75).

Nesta tinta também foi associado pigmento na cor azul. O segundo tipo de acabamento, em tinta solo, a terra escolhida foi peneirada para limpeza de materiais orgânicos, como por exemplo, raízes (Figura 128). Depois de limpa, a terra foi misturada com água e cola branca, numa proporção em massa de 4 : 1 : 4, respectivamente (Projeto Cores da Terra, 2007). A cola branca segue esta proporção quando for cola de boa qualidade. Também foi misturado junto à tinta solo, pigmento na cor laranja. Já o assentamento de pastilhas em cerâmica junto a

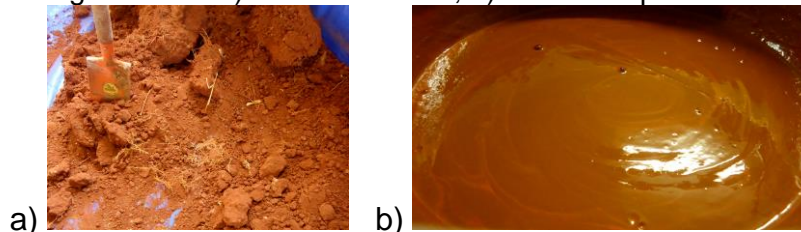
um par das seis esteiras, utilizou argamassa para assentar e rejuntar as pastilhas e cacos de cerâmica, diretamente sobre a segunda camada de revestimento, o CALFITICE (Figura 129).

Figura 127 – a) Cacto de palma; b) Extração da baba do cacto de palma; c) Mistura da baba do cacto com a cal para pintura.



Fonte: autor.

Figura 128 – a) Terra escolhida; b) Tinta solo produzida.



Fonte: autor.

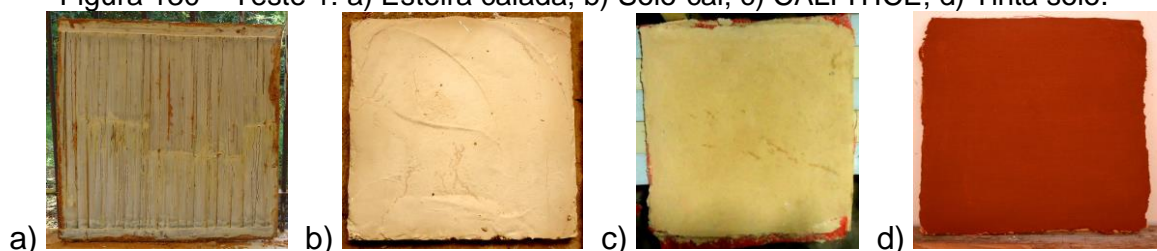
Figura 129 – a) Pastilhas de cerâmica; b) Cacos de cerâmica.



Fonte: autor.

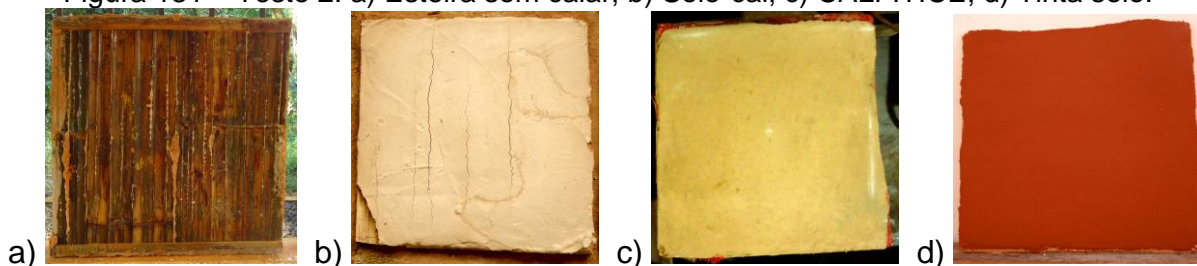
Visando facilitar a observação visual do comportamento dos seis testes, durante todo o seu processo de produção, as seis esteiras foram enumeradas e fotografadas após cada etapa de sua confecção (Figuras 130, 131, 132, 133, 134 e 135).

Figura 130 – Teste 1: a) Esteira caiada; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Tinta solo.



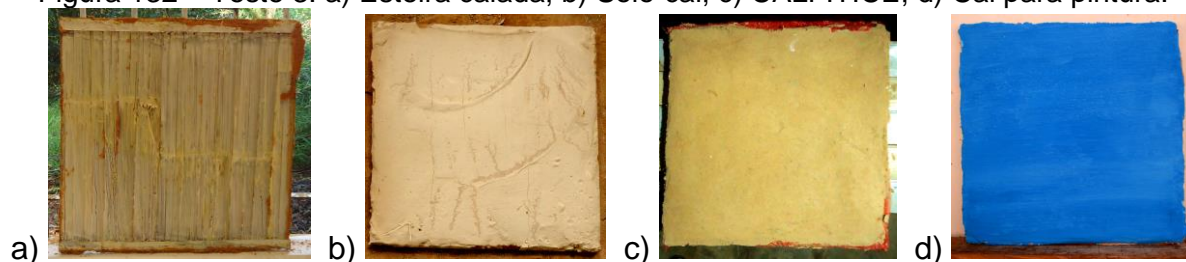
Fonte: autor.

Figura 131 – Teste 2: a) Esteira sem cair; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Tinta solo.



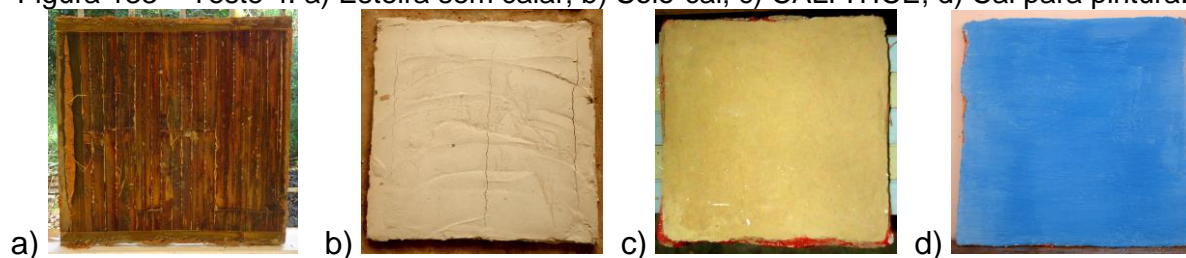
Fonte: autor.

Figura 132 – Teste 3: a) Esteira caída; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Cal para pintura.



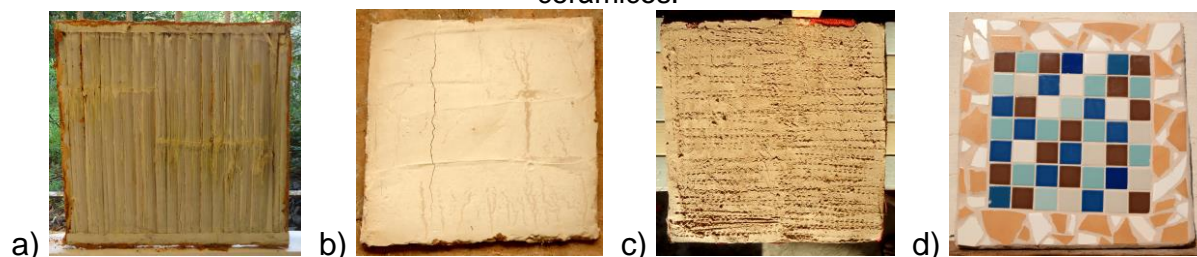
Fonte: autor.

Figura 133 – Teste 4: a) Esteira sem cair; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Cal para pintura.



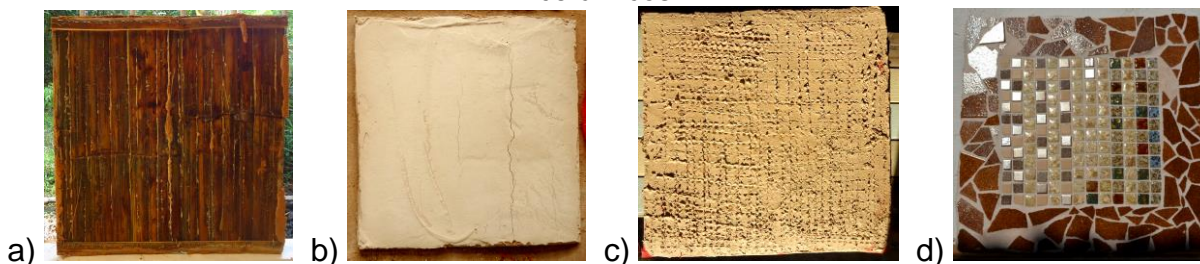
Fonte: autor.

Figura 134 – Teste 5: a) Esteira caída; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Pastilhas e cacos cerâmicos.



Fonte: autor.

Figura 135 – Teste 6: a) Esteira sem cair; b) Solo-cal; c) CALFITICE; d) Pastilhas e cacos cerâmicos.

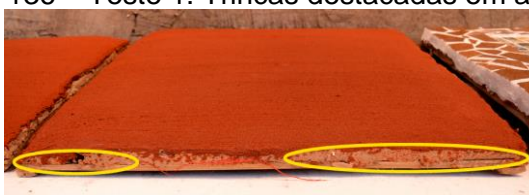


Fonte: autor.

Os registros fotográficos permitiram a identificação de algumas patologias ocorridas nas esteiras. Uma com o aparecimento de trincas na secagem da primeira camada de revestimento, o solo-cal. As duas únicas esteiras que não apresentaram trincas nesta camada foram os testes 1 e 3, ambos com as esteiras caídas. A confirmação da melhoria no solo-cal, acontecimento em função da caiação, pode ser reforçada com a terceira esteira caída, teste 5, que apresentou trincas, porém, se comparada com as outras três esteiras trincadas, fora a de menor dano. Neste sentido, o emprego da caiação demonstrou-se mais efetivo do que as esteiras sem cair.

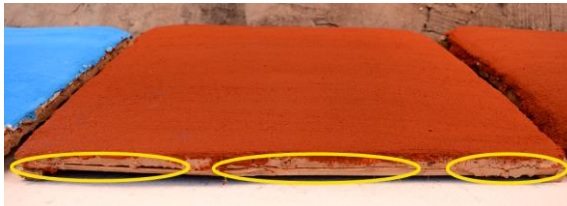
Uma segunda ocorrência identificada também tem relação com a primeira camada de revestimento. Entre esta e as esteiras apareceram vãos em todos os seis testes (Figuras 136, 137, 138, 139, 140 e 141). Imagina-se que isto pode ter ocorrido devido a três fatores. O manuseio e transporte dos testes pode ter sido uma influência causal desta patologia. Ou houve dificuldade na aderência da massa com a casca do bambu. Ou então as fibras vegetais misturadas na massa possuíam tamanho reduzido, repercutindo numa massa com pouca capacidade de aderência com a esteira. Estas ideias poderão direcionar futuras investigações e experimentações, buscando solucionar tais patologias e contribuindo para a viabilidade técnica dos testes realizados.

Figura 136 – Teste 1: Trincas destacadas em amarelo.



Fonte: autor.

Figura 137 – Teste 2: Trincas destacadas em amarelo.



Fonte: autor.

Figura 138 – Teste 3: Trinca destacada em amarelo.



Fonte: autor.

Figura 139 – Teste 4: Trinca destacada em amarelo.



Fonte: autor.

Figura 140 – Teste 5: Trincas destacadas em amarelo.



Fonte: autor.

Figura 141 – Teste 6: Trincas destacadas em amarelo.



Fonte: autor.

7. CONCLUSÕES

O planejamento de produção dos painéis, considerando as etapas de elaboração de projeto e a confecção de protótipos físicos, apresenta viabilidade inicial no desenvolvimento técnico e prático adotado. Ainda, permitiram identificar um desmembramento com duas novas possíveis aplicações para os painéis modulares concebidos. A primeira com a configuração de espaços recreativo infantis, como constatado com a confecção dos modelos em escala 1:2 dos painéis modulares. A segunda opção é a configuração de ambientes efêmeros, uma vez que o gabarito permite bambus com diâmetros menores para as peças estruturais dos painéis, diminuindo seus pesos e volumes finais.

Os quatro painéis modulares concebidos demonstram adequação com o projeto elaborado. Suas funções técnica, estética e simbólica, apresentam, respectivamente, serem funcionais, plasticamente agradáveis, e coerentes com a realidade de vida dos envolvidos nesta pesquisa. Porém, para a consolidação destas constatações iniciais, tais funções precisam ser mais exploradas. A primeira poderá ser sanada com o emprego dos painéis modulares na construção de um ambiente. Já a segunda e terceira, apreende a individualidade de cada um dos usuários, bem como do grupo que formam junto à comunidade. Assim, acredita-se que a melhor maneira de averiguar o desempenho das funções estética e simbólica é, futuramente, realizar entrevistas com os envolvidos.

Os materiais selecionados são eficientes, no que diz respeito à correspondência existente entre o que fora concebido no projeto dos painéis modulares e os resultados obtidos com a confecção de seus protótipos físicos. Mas, tais resultados também apresentam necessidades específicas, como a obtenção de colmos de bambus tratados, secos e aptos para uso, bem como a sua associação com a terra. Neste sentido, há também a constatação de serem continuadas as investigações e experimentações na cadeia produtiva do bambu e sua aplicação junto a terra, conforme os projetos dos painéis.

A realização de ações de um Design Participativo durante o desenvolvimento dos painéis, propicia o envolvimento entre designer e usuários e direciona as atividades do primeiro para a geração de soluções destinadas a sanar necessidades constatadas na realidade dos segundos. Esta aproximação também tem promovido

a capacitação dos envolvidos na cultura do bambu, bem como no conhecimento gerado com os painéis concebidos. Os participantes da comunidade de área rural, já capacitados, estão em aprendizado contínuo, quando em contato com o desenvolvimento desta pesquisa. Os participantes da comunidade de área urbana estão iniciando contato com a cultura do bambu, em capacitação nas etapas de sua cadeia produtiva. É válido retomar a falha de estratégia no Design Participativo, ocorrida durante a etapa de confecção dos protótipos físicos dos painéis. Este momento não foi concretizado conforme o previsto.

Por fim, o desenvolvimento dos painéis demonstra sua capacidade inicial em promover ações sustentáveis junto ao ramo da construção. Mesmo com a necessidade de serem desenvolvidas mais investigações e experimentações, tanto os painéis modulares concebidos, quanto a lógica cooperativa abordada durante o desenvolvimento destes novos produtos, apresentam-se coerentes com as necessidades do contemporâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. D.. **O luxo da casa do lixo: moradia e sustentabilidade**. Goiânia: Ed. da PUC Goiás, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6023: Informação e documentação – referências – elaboração**, 2002.

_____. **NBR 10004: Classificação de Resíduos**, 2004.

_____. **NBR 10520: Informação e documentação – citações em documentos – apresentação**, 2002.

_____. **NBR 14724: Informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação**, 2^a ed., 2005.

BERALDO, A. L. **Compósitos Biomassa Vegetal e Cimento**: CBVC. Texto elaborado para a disciplina AP – 307. Compósitos de Biomassa Vegetal e Cimento, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2006.

BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. Petrópolis, RJ.: Vozes. 2012.

BONSIEPE, G. **Design, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Blucher. 2011.

BONSIEPE, G. **Design como prática de projeto**. Blücher, São Paulo, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.484, de 8 de setembro de 2011. Institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu (PNMCB). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 de set. 2011, p. 01. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2011/lei-12484-8-setembro-2011-611401-publicacaooriginal-133564-pl.html>>. Acesso em: 04 de jun. 2013.

CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 10^a reimpressão 1^a ed.; Cultrix: São Paulo, 2006.

CHARLES, S. O individualismo paradoxal. In: LIPOVETSKY, G. **Os tempos hipermodernos**. Editora Barcarolla, São Paulo, 2004.

CORDERO, J. A. JESÚS MARTINEZ, E.; NEVES, C. M. **Técnicas Mixtas de Construcción com Tierra**. Coordinación del Proyecto XIV.6 PROTERRA del CYTED, 2003.

ESPERANZA GARZÓN, L. Técnicas Mistras. In: NEVES, C.; FARIA, O.B. (Org.) **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. 79p.

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

FORTY, A. **Objeto de Desejo** – Design e sociedade desde 1750. Cosac Naify, São Paulo, 2007.

FREIRE, P. Criando Métodos de Pesquisa Alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. In: BRANDÃO, C. R. (Org.); **Pesquisa Participante**. 8ª ed.; São Paulo: Brasiliense. 1990.

FREIRE, P.; NOGUEIRA, A. **Que fazer** – Teoria e Prática em educação popular. 4ª ed.; Petrópolis, RJ : Vozes, 1989.

GHAVAMI, K; MARINHO, A.B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.107-114, 2005.

_____. Propriedades geométricas e mecânicas de colmos dos bambus para aplicação em construções. **Eng. Agric., Jaboticabal**, v.23, n.3, p.415-424, 2003.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007. Coleção Habitare.

GUERRERO BACA, L. F. Revestimentos. In: NEVES, C.; FARIA, O.B. (Org.); **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. 79p.

HIDALGO-LÓPEZ, O. **Bamboo, the gifts of the gods**. Columbia, Bogotá: D'vinni Ltda, 2003.

_____. **Manual de construcción con bambú**. Estudios Técnicos Colombianos Ltda. Colômbia, 1981.

KAZAZIAN, T. (Org.). **Haverá a idade das coisas leves**: design e desenvolvimento sustentável. Editora SENAC, São Paulo, 2005.

INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN (ICSID). **Definition of Design**. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>. Acesso em: 08 de abr. 2014.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN (INBAR). **Priority species of bamboo and rattan**. New Delhi, India: INBAR IDRC. 1994, 68p.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo, S.P.: Oficina de textos. 2011.

LE BOTERF, G. Pesquisa Participante: propostas e reflexões metodológicas. In: BRANDÃO, C. R. (Org.); **Repensando a pesquisa participante**. 3ª ed.; São Paulo: Brasiliense, 1999.

LIPOVETSKY, G. **A era do vazio**: ensaios sobre o individualismo contemporâneo. Relógio D'água Editores Ltda, Lisboa, 1989.

LÖBACH, B. **Design industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Blücher, 2001.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MOURA, M. (Org). **Design Brasileiro Contemporâneo: Reflexões**. Estação das Letras e Cores, São Paulo, 2014.

NEVES, C. M. M. et al. **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo**. Rede Ibero-americana PROTERRA. 2009.

NEVES, C.; FARIA, O.B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA. 2011.

NIEMEYER, L. Design Contemporâneo no Brasil. In: MOURA, M. (Org.). **Design Brasileiro Contemporâneo: Reflexões**. Estação das Letras e Cores, São Paulo, 2014.

PAPANÉK, V. **Arquitetura e design. Ecologia e ética**. Lisboa, Portugal: Edições 70. 1995.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 1ª ed. Bauru, S.P.: Canal 6 Editora, 2008. 240p.

PROJETO CORES DA TERRA. **Cores da Terra**: fazendo tinta com terra. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/files/cursos/2/cores.swf>>. Acesso em: 09 de mar. 2015.

RAMOS, B. P. F. **Metodologia de curvatura de bambu laminado e colado (BLaC) para fabricação de mobiliário – diretrizes para o design**. 2014. 114p. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/110862>>. Acesso em: 15 de out. 2015.

RIOS GALLEGOS, L. C. **Receita Calfitice**. Disponível em: <<http://www.bioarquiteto.com.br/biblioteca/receita-calfitice/>>. Acesso em: 03 de maio 2014.

RUBIO LUNA, G. **Arte y Mañas de la Guadua** – Una guía sobre el uso productivo de un bambú gigante. Editor Infor. Art. : Bogotá, Colômbia, 2007.

RUGGIERO, M. N. **O bambu e a construção da arquitetura contemporânea**: um olhar às obras no Brasil. 2015. 295p.; Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SALEME, H. et al. **El bambu**: arquitectura, ambiente y desarrollo sustentable. Proyecto PICT15172. Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucuman, 2003.

SCHNEIDER, B. **Design – Uma Introdução**: o design no contexto social, cultural e econômico. Editora Blücher: São Paulo, 2010.

SCHNITZER, J. A. **Extrato pirolenhoso no cultivo de orquídeas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, 2009. 59f.

SHIMBO, L. Z.; INO, A. Questões, conflitos e potencialidades do diálogo entre moradores e arquitetos sobre materiais construtivos sustentáveis para habitação. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2004, São Paulo. **Anais – X ENTAC**, 2004.

SILVA, R. M. G. **O bambu no Brasil e no mundo**. Disponível em: <<http://www.embambu.com.br/bambu.htm>>. Acesso em: 07 de out. 2015.

SILVA, D. É. N. **Projetando produtos sociais**. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2009.

THACKARA, J. **Plano B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo**. São Paulo: Saraiva: Versar, 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa – ação**. 17ª ed.; São Paulo: Cortez. 2009.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. **A sustentabilidade dos Materiais de Construção**. Portugal: Vilaverdense, 2010.

TRADA; INBAR; DFID. **Bamboo in Construction** – An introduction. South Bucks Press, UK. 1998.

Sites consultados

<http://www.apuama.org/biomateriais/caracteristicas/> Acessado em: 09 de dez. 2014.

ANEXOS

Anexo 1



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 12.484, DE 8 DE SETEMBRO DE 2011.

Dispõe sobre a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu e dá outras providências.

A PRESIDENTA DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu - PNMCB, que tem por objetivo o desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil por meio de ações governamentais e de empreendimentos privados.

Art. 2º Os incentivos a que se refere o art. 1º desta Lei destinam-se ao manejo sustentado das formações nativas e ao cultivo de bambu voltado para a produção de colmos, para a extração de brotos e obtenção de serviços ambientais, bem como à valorização desse ativo ambiental como instrumento de promoção de desenvolvimento socioeconômico regional.

Art. 3º São diretrizes da PNMCB:

I - a valorização do bambu como produto agro-silvo-cultural capaz de suprir necessidades ecológicas, econômicas, sociais e culturais;

II - o desenvolvimento tecnológico do manejo sustentado, cultivo e das aplicações do bambu;

III - o desenvolvimento de polos de manejo sustentado, cultivo e de beneficiamento de bambu, em especial nas regiões de maior ocorrência de estoques naturais do vegetal, em regiões cuja produção agrícola baseia-se em unidades familiares de produção e no entorno de centros geradores de tecnologias aplicáveis ao produto.

Art. 4º São instrumentos da PNMCB:

I - crédito rural sob condições favorecidas, em especial no que se refere a taxas de juros e prazos de pagamento;

II - assistência técnica durante o ciclo produtivo da cultura e as fases de transformação e de comercialização da produção;

III - certificação de origem e de qualidade dos produtos destinados à comercialização.

Art. 5º Na implementação da política de que trata esta Lei, compete aos órgãos competentes:

I - incentivar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico voltados para o manejo sustentado, o cultivo, os serviços ambientais e as aplicações dos produtos e subprodutos do bambu;

II - orientar o cultivo para a produção e a extração de brotos para a alimentação;

III - incentivar o cultivo e a utilização do bambu pela agricultura familiar;

IV - estabelecer parcerias com entidades públicas e privadas para maximizar a produção e a comercialização dos produtos derivados do bambu;

V - estimular o comércio interno e externo de bambu e de seus subprodutos;

VI - incentivar o intercâmbio com instituições congêneres nacionais e internacionais.

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 8 de setembro de 2011; 190º da Independência e 123º da República.

DILMA

Guido

Mendes

Izabella

Afonso Florence

Ribeiro

Mônica

Vieira

ROUSSEFF

Mantega

Filho

Teixeira

Este texto não substitui o publicado no DOU de 9.9.2011

Anexo 2 – Comunidades participantes da pesquisa de mestrado - “Design Participativo para a Sustentabilidade: desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos, utilizando bambu associado com terra e resíduos”.

Breve descrição do assentamento rural Horto de Aimorés e a associação que o representa no envolvimento desta pesquisa:

A comunidade do assentamento rural Horto de Aimorés, representada pela Associação Agroecológica Viverde, localiza-se na divisa dos municípios de Bauru e Pederneiras, estando distante aproximadamente 15 km do centro de Bauru. Esta comunidade rural possui cerca de 350 famílias assentadas pelo INCRA desde o ano de 2007, num modelo de ocupação individual escolhido pelos próprios assentados. A comunidade tem como característica básica o trabalho com a terra para a subsistência familiar, buscando sua fixação no campo e a geração de renda visto que a renda familiar é baixa e as necessidades de subsistência são ainda suas maiores dificuldades enfrentadas. Quanto ao acesso da comunidade à educação, cultura e lazer, o local não disponibiliza esta oferta, sendo preciso a locomoção dos moradores para a zona urbana da cidade. O acesso à saúde é um pouco menos complicado, uma vez que há um posto de atendimento, mas com um funcionamento semanal restrito. Os serviços de água e energia elétrica tornaram-se acessíveis aos assentados mediante programas governamentais como luz para todos e a perfuração de poços artesianos comunitários. As famílias organizadas através da Associação Agroecológica Viverde já se encontram capacitadas na cadeia produtiva do bambu trabalhada dentro do Projeto Bambu/UNESP, campus de Bauru (PEREIRA & BERALDO, 2008). Desde 2008 os assentados envolvidos participam de cursos e oficinas, visando à capacitação no campo com o manejo, a colheita, a confecção de mudas e o plantio; na pré-produção dos colmos com tratamentos e estocagem; na fabricação de artesanatos, mobiliários, utensílios domésticos e estrutura leves; e na geração de renda com as mercadorias produzidas por meio de vendas.

Breve descrição da comunidade do Jardim Europa e a associação que a representa no envolvimento desta pesquisa:

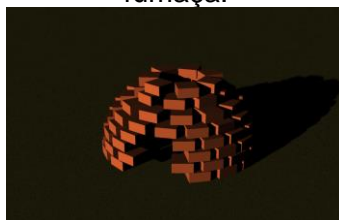
A comunidade urbana do Jardim Europa, representada pela Associação Comunitária Angico do Cerrado, localiza-se na área urbana do município de Bauru. Vale ressaltar que os membros da Associação Comunitária Angico do Cerrado não são os moradores da comunidade. Esta organização atua realizando diversas atividades no local, promovendo a cultura, a educação, o lazer e a geração do incremento na renda de algumas famílias, com a produção artesanal de sabonetes de glicerina, através do grupo Orvalho do Cerrado. Outro ponto importante é que os participantes desta pesquisa são tanto os membros da associação, como alguns moradores da comunidade. Como núcleo de habitação irregular, a comunidade começou a se formar em meados da década de 1980, numa ocupação em área da união e de preservação ambiental. Desta forma os moradores do local são impossibilitados da regulamentação dos loteamentos. A comunidade caracteriza-se basicamente pelo trabalho em empregos informais, devido ao alto nível de baixa escolaridade dos moradores. Os homens, muitas vezes, são os que exercem tais atividades para a obtenção da renda familiar, enquanto as mulheres ocupam-se da criação dos filhos e do lar. O acesso da comunidade a serviços e infraestruturas públicas, como educação, cultura, lazer e saúde é feito fora da comunidade, nas áreas intermediárias, devido ao modelo de ocupação em área de preservação, ou seja, irregular para a instalação destes serviços. Tais necessidades são temas das ações da Associação Comunitária Angico do Cerrado. Os serviços de água e energia elétrica são acessíveis aos moradores, na maior parte dos casos, por meios não legais, os famosos “gatos”. A comunidade da favela do Jardim Europa/Associação Comunitária Angico do Cerrado, estão em fase inicial de capacitação na cadeia produtiva do bambu trabalhada dentro do Projeto Bambu/UNESP, campus de Bauru. O contato inicial fora feito no início do ano de 2014, início desta pesquisa de mestrado, e desde então estão sendo realizadas atividades relacionadas à cultura do bambu.

Anexo 3 – Desenvolvimento do sistema de tratamentos naturais para bambus

Para a obtenção de colmos de bambus aptos para uso em quaisquer projetos, é indispensável que depois de colhidos, estes passem por tratamentos, visando sua proteção contra o ataque de carunchos e aumentando sua durabilidade. Neste sentido, o desenvolvimento de um sistema de tratamentos naturais, além de atender tal necessidade da cadeia produtiva do bambu, buscou promover uma forma viável e eficaz para com a realidade em que esta pesquisa se desenvolve. Isto é, este equipamento fora pensado pelo designer, autor desta pesquisa, para promover práticas sustentáveis, como a não degradação do meio ambiente local, o baixo custo financeiro dos materiais empregados, além destes apresentarem construtibilidade e disponibilidade acessíveis à realidade, tanto dos envolvidos do assentamento, quanto da comunidade urbana.

A concepção para iniciar este sistema de tratamentos foi baseada na ideia de associar tratamentos, buscando aumentar a eficiência da proteção dos colmos de bambus. Neste sentido, foi adotado o método pelo vapor d'água e da fumaça. A estrutura física deste sistema de tratamento é composta por um forno fechado, similar aos fornos de produção de carvão vegetal, produzindo fumaça (Figuras 1, 2 e 3). Um outro forno aberto sobre um recipiente metálico contendo água, onde a ação do fogo acarreta a vaporização da água (Figuras 4 e 5).

Figura 1. Estudo volumétrico e quantificação dos materiais para a construção do forno de fumaça.



Fonte: autor.

Figura 2. a) Etapa da construção do forno similar ao de carvão vegetal; b) Reconstrução do forno, uma vez que o projeto anterior se demonstrou inviável para uso, devido a sua dimensão.



Figura 3. a) Forno aceso; b) Tratamento em funcionamento por mais de 48 horas.



Figura 4. a) Forno construído para vaporizar a água contida no recipiente de ferro; b) Forno em funcionamento por mais de 4 horas.



Figura 5. Tratamento por vapor d'água.

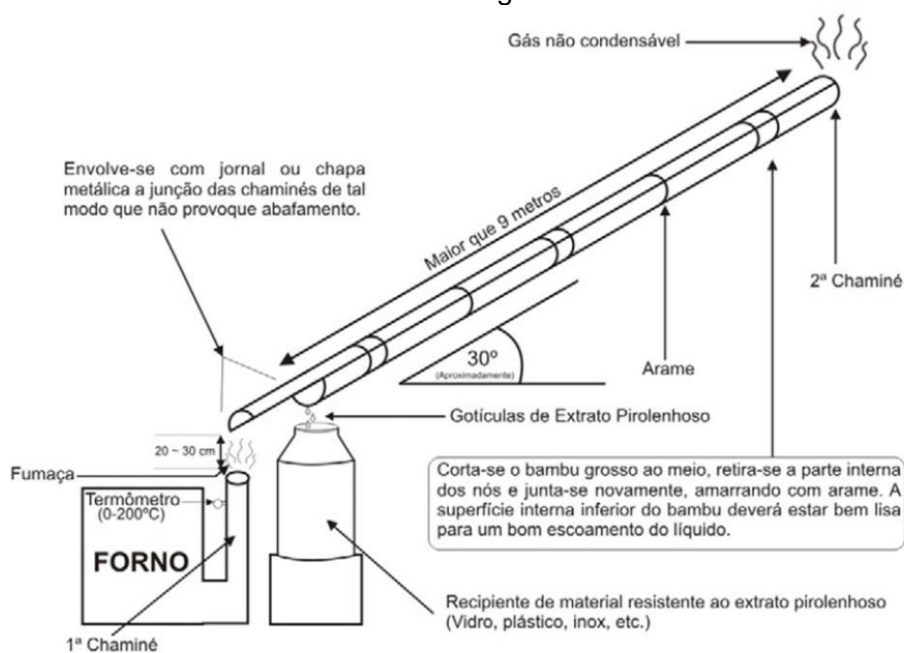


Fonte: autor.

É importante ressaltar que a escolha da primeira forma para o forno de tratamento natural por fumaça aconteceu em função de dois pontos. Primeiro porque este tipo de forno é presente na realidade da comunidade rural do assentamento. Neste sentido, o seu uso visou resgatar uma técnica construtiva tradicional, pertencente a alguns moradores desta comunidade. O segundo ponto é por sua comprovada eficiência térmica, como apresentada na produção de carvões vegetais. Devido à dificuldade encontrada em seu uso, por causa de suas dimensões, este forno foi redesenhado. Esta atividade também teve influências do assentamento, contando com a ajuda de um dos artesãos da Associação Agroecológica Viverde.

Ambos os fornos possuem uma chaminé (Figuras 6, 7 e 8). Estas estão conectadas a um recipiente composto por tambores de ferro, soldados uns aos outros para alojar os bambus a serem tratados por ambos os métodos (Figura 9). Quanto à forma de serem realizados os dois tratamentos naturais empregados no sistema desenvolvido podem ser mais bem entendidos no item 5.1. CADEIA PRODUTIVA DO BAMBU.

Figura 6. Projeto futuro para a chaminé do forno de fumaça, visando diminuir a toxicidade das fumaças emitidas, bem como a coleta de Extrato Pirolenhoso gerado com a queima dos materiais vegetais.



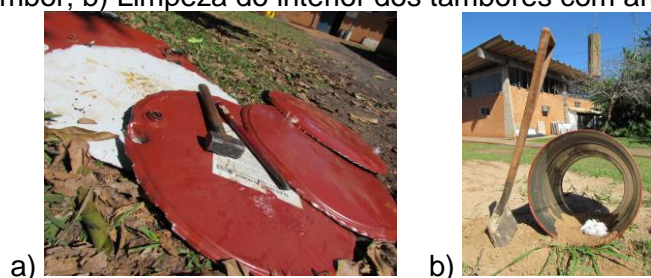
Fonte: Miyasaka et. al. (2006) apud Schnitzer (2009).

Figura 7. a) Confeção da chaminé do forno de vapor; b) Confeção da chaminé do forno de fumaça, visando também futuras extrações do Pirolenhoso gerado com a queima dos materiais vegetais.



Fonte: autor.

Figura 8. a) Remoção da base e tampa dos tambores de ferro, exceto a base do primeiro tambor; b) Limpeza do interior dos tambores com areia.



Fonte: autor.

Figura 9. a) Vista da junção entres a parte traseira dos tambores com as chaminés dos fornos; b) Colmos de bambus alojados dentro dos tambores para realização dos tratamentos.



Fonte: autor.

Anexo 4 – Oficina de cestaria em bambu.

A realização desta oficina foi ministrada por um artesão membro da associação do assentamento rural, junto à comunidade urbana do Jardim Europa e a associação que a representa nesta pesquisa, e alunos do Grupo Taquara. Assim, aconteceu a disseminação do conhecimento da técnica empregada no entramado que compõe os painéis modulares desenvolvidos nesta pesquisa (Figuras 1, 2 e 3).

Figura 1. Início da oficina na área agrícola da UNESP/Bauru.



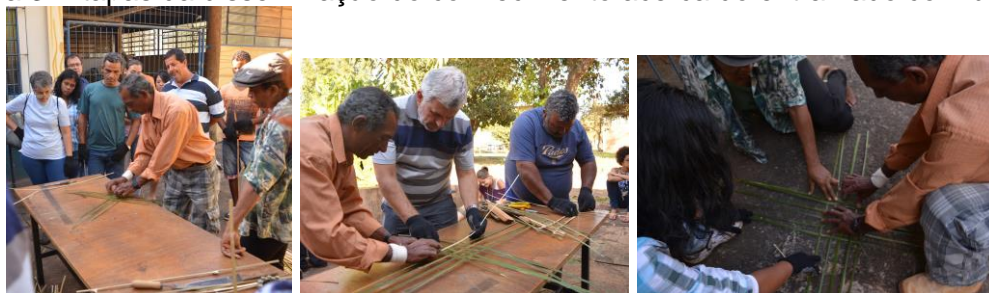
Fonte: autor.

Figura 2. Rachador radial utilizado para confecção de tiras de bambu; b) tiras de bambu empregadas na produção dos balaios.



Fonte: autor.

Figura 3. Etapas da disseminação do conhecimento acerca do entramado com bambu.



Fonte: autor.

O emprego desta técnica construtiva tradicional na confecção de entramados que compõem os painéis modulares desenvolvidos é devido a sua relação com o

histórico de vida dos participantes desta pesquisa. Além de promover o resgate de costumes, valorizando a cultura local, o uso desta técnica confere uma plástica com ampla diversidade de acabamentos, dado as possibilidades de trançados. A respeito da relação de sua concepção com o contexto dos envolvidos, pode-se dizer que possui grande relação com as funções estéticas e simbólicas, descritas como intrínsecas a produção de quaisquer novos produtos, por Marion Godau; *Produktdesign & Basileia* (2003) apud Schneider (2010). O conceito descrito por tais autores pode ser revisto no item 5.7. ELABORAÇÃO DE PROJETO.

Esta aproximação entre as duas comunidades, a rural e a urbana, bem como das associações que as representam, propiciou algo além do previsto para o delineamento desta pesquisa. Este contato permitiu aos envolvidos na atividade de cestaria em bambu, trocar experiências e anseios, considerando que a associação do assentamento já está capacitada na cultura do bambu e realiza a comercialização de diversos produtos, gerando incremento na renda de algumas famílias. Por sua vez a comunidade urbana encontra-se em fase inicial de capacitação e possui a vontade de produzir incremento de renda familiar com o bambu.

Anexo 5 – Contato inicial com a Associação Comunitária Angico do Cerrado e moradores da comunidade urbana Jardim Europa.

O contato inicial feito com a Associação Comunitária Angico do Cerrado e os moradores da comunidade urbana Jardim Europa aconteceu em Março de 2014 (Figura 1). Os membros da associação buscaram o Projeto Bambu / UNESP / Bauru, para iniciar o desenvolvimento de atividades relacionadas à cultura do bambu, junto à comunidade em que atuam. Neste mesmo período, esta pesquisa de mestrado estava sendo iniciada, sob o objetivo de desenvolver novos componentes construtivos feitos em bambu associado com terras e resíduos. Logo, o convite para participarem no desenvolvimento desta pesquisa fora estendido para a associação, bem como os moradores da comunidade em que esta atua.

Figura 1. Primeira visita a comunidade urbana Jardim Europa.



Fonte: autor.

Anexo 6 – Atividade inclusiva e cooperativa entre designer e usuários, relacionada à necessidade local e ao desenvolvimento desta pesquisa.

Após contato inicial com a Associação Comunitária Angico do Cerrado e moradores da comunidade urbana Jardim Europa, foram iniciadas atividades inclusivas e cooperativas entre estes e o designer. A primeira ação em prol as necessidades constatadas já durante a primeira visita, foi destinada à reforma de uma estrutura leve utilizada pelos locais como abrigo das intempéries (Figura 1). Esta estrutura fora concebida pelos próprios moradores e se encontrava em estado de deterioração (Figura 2). Então, foi proposto pelo designer, autor desta pesquisa, mutirões para sua reforma (Figuras 3 e 4).

Figura 1. Estrutura para abrigo das intempéries, feita pelos locais.



Fonte: autor.

Figura 2. Uniões entre bambus deteriorados, utilizando arame e madeira.



Fonte: autor.

Figura 3. Etapas da desmontagem da estrutura para a reforma.



Fonte: autor.

Figura 4. Etapas da produção dos novos componentes construtivos da estrutura.



Fonte: autor.

Esta ação de mutirão fora a primeira prática junto a estes usuários/comunidade, em se tratando da cultura do bambu e o desenvolvimento desta pesquisa. Atividades como esta, sendo articuladas pela realização de um Design Participativo, permitem a aproximação do designer para com as diversas faixas etárias dos moradores locais. Esta aproximação possibilita uma imersão na realidade dos envolvidos, influenciando na formação do repertório necessário para as atividades projetivas do designer. Assim sendo, o designer autor desta pesquisa, buscou promover o uso de materiais e técnicas construtivas que estivessem em consonância com o objetivo aqui buscado. Neste sentido, foram empregues colmos de bambus, tiras de câmaras de ar, tiras de lonas de outdoor e materiais convencionais, como por exemplo, barras roscadas, telhas ecológicas, verniz e tintas a base d'água para acabamentos.

Atualmente, o local reformado é utilizado pelos moradores para a promoção de diversas atividades entre a vizinhança (Figura 5).

Figura 5. Etapa final da reforma da estrutura e seu uso pela comunidade.



Fonte: autor.

Anexo 7 – Reunião entre designer e usuários para elaboração de atividades relacionadas ao desenvolvimento desta pesquisa.

Para a continuidade da relação estabelecida entre o designer, a comunidade urbana e a associação atuante no local, foi realizada uma reunião, visando o prosseguimento desta pesquisa. Para isto, o designer autor desta pesquisa, fez uma apresentação audiovisual no local construído com as atividades de mutirão, promovendo um dialogo aberto e horizontal entre os presentes, direcionando seu conteúdo para com o universo desta pesquisa (Figura 1).

Figura 1. Apresentação audiovisual das intenções desta pesquisa.



Fonte: autor.

Em seguida, foi proposto pelo designer autor desta pesquisa, a realização de uma dinâmica lúdica. Tal dinâmica serviu para a geração de um painel subjetivo, formulado pelas representações visuais feitas pelos presentes, sob a orientação de expressarem seus anseios para com o desenvolvimento do objetivo desta investigação, o desenvolvimento de novos componentes construtivos (Figura 2). Neste sentido, foi oferecido papel sulfite como plano para a representação visual, utilizando lápis coloridos, tintas guaches e colagens de figuras pré-selecionadas.

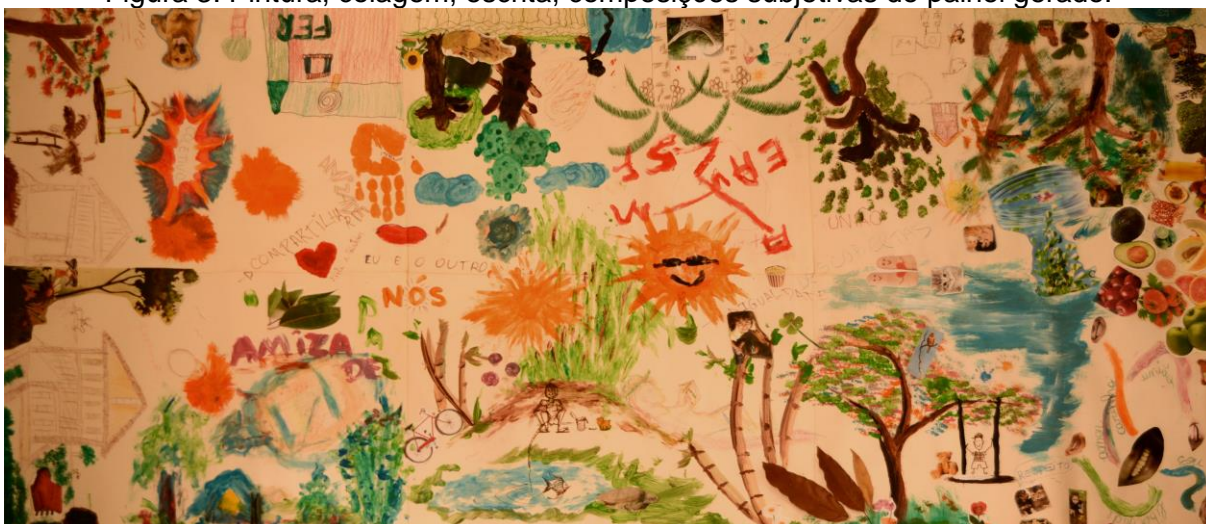
Figura 2. Etapas da dinâmica lúdica feita com os moradores da comunidade urbana e membros da associação atuante no local.



Fonte: autor.

O painel subjetivo gerado nesta dinâmica serviu para estimular o processo criativo da atividade projetiva do designer, posto que, o conteúdo presente no painel diz respeito aos moradores da comunidade/membros da associação (Figura 3). A partir desta atividade, o designer pôde direcionar suas atividades projetuais, o que conduziu para um recorte no objetivo desta pesquisa – o desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos. Tal recorte aconteceu devido à presença de alguns desenhos de fachadas de construções feitas em bambu. A leitura deste elemento em alguns desenhos do painel fora feita de modo bastante particular pelo designer autor desta pesquisa. Isto foi o que de fato contribuiu para se efetuar a reformulação do objetivo.

Figura 3. Pintura, colagem, escrita, composições subjetivas do painel gerado.

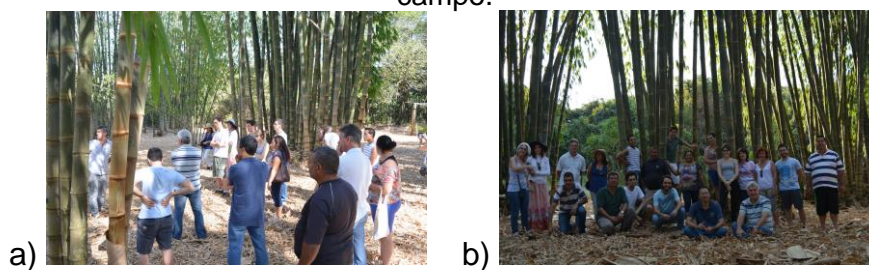


Fonte: autor.

Anexo 8 – Atividades de campo relacionadas à cultura do bambu.

Depois de reestabelecido o objetivo desta pesquisa para o desenvolvimento de painéis modulares para fechamentos na construção, as práticas junto à cultura do bambu foram organizadas. Tais atividades visaram à capacitação inicial dos moradores da comunidade urbana e dos membros da associação atuante no local. Neste sentido, foram promovidas: visita à área agrícola da UNESP / Bauru; visita a uma casa com fechamentos em bambus; e visita ao galpão comunitário do assentamento rural Horto de Aimorés, local de trabalho da Associação Agroecológica Viverde e feito de bambu (Figuras 1, 2 e 3).

Figura 1. a) Prática na área agrícola da UNESP/Bauru; b) Participantes da atividade de campo.



Fonte: autor.

Figura 2. a) Casa com fechamento feito por painéis de entramado de bambus; b) Participantes da atividade.



Fonte: autor.

Figura 3. a) Troca de conhecimento entres as comunidades rural e urbana; b) Participantes da visita ao galpão comunitário.



Fonte: autor.

Este último ponto visitado teve também a intenção de aproximar os moradores das duas comunidades participantes nesta pesquisa, permitindo a troca de conhecimentos entre os presentes. Vale ressaltar que a visita a uma casa com fechamentos de bambu, consolidou o recorte feito no objetivo desta pesquisa, ao ser identificado, enquanto presentes no local, o encantamento de todos pela obra.

Anexo 9 – Oficina de bioescultura.

Esta atividade foi desenvolvida junto aos moradores da comunidade urbana e membros da associação atuante no local. A promoção desta oficina de bioescultura visou a continuidade no (re)conhecimento da realidade vivenciada pelos participantes, mas também, levar o contato com os outros materiais trabalhados nesta pesquisa, a terra e os resíduos (Figura 1). Esta atividade teve como fundamento a aplicação da Land Art¹, onde o meio ambiente torna possível à execução de um trabalho proposto, de modo a integrar-se com o próprio (Figura 2). Neste sentido, a bioescultura propiciou o contato com os outros dois materiais utilizados na concepção dos painéis para fechamentos. Assim, de maneira gradual e contínua, esta pesquisa buscou trabalhar junto aos envolvidos em temas chave da investigação para o desenvolvimento dos painéis. Outro ponto importante desta atividade foi novamente a aproximação entre as diversas faixas etárias, permitindo o entrosamento entre as crianças, os jovens, os adultos e os idosos.

Os interessados nesta atividade acompanharam o processo de preparação dos materiais para a confecção da massa com terra. Foi empregada a técnica construtiva com terra - COB. Esta massa utiliza terra, fibra vegetal e água, coletados no próprio local e preparados em conjunto com os envolvidos. Para seu uso na construção, as indicações da composição dos grãos no solo utilizado podem ser mais bem entendidas com a leitura do item 2.4.2. Técnica mista. Após explicação inicial das intenções desta atividade, todos puderam meter as mãos e os pés na mistura, deixando o material pronto para uso.

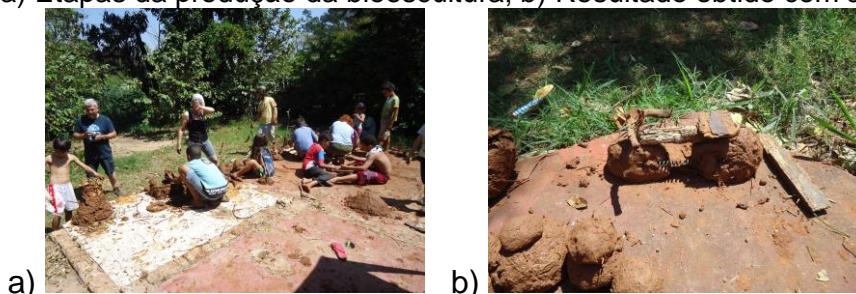
¹ A Land Art faz uso do meio ambiente em que se insere, não somente para prover uma obra, mas também para integrar-se a ela. Ou seja, o meio em questão é incorporado de tal modo com a obra que acaba de alguma forma por tornar-se parte desta.

Figura 1. a) Crianças participando da limpeza de pedras da terra; b) Pisoteando o barro com fibras vegetais.



Fonte: autor.

Figura 2. a) Etapas da produção da bioescultura; b) Resultado obtido com a atividade.

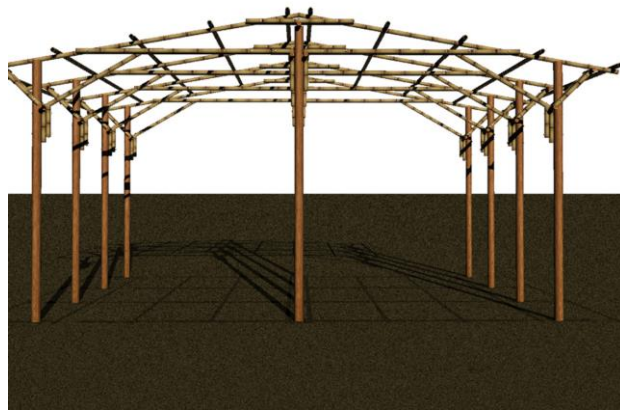


Fonte: autor.

Anexo 10 – Atividade inclusiva e cooperativa entre designer e usuários, relacionada à necessidade local e ao desenvolvimento desta pesquisa.

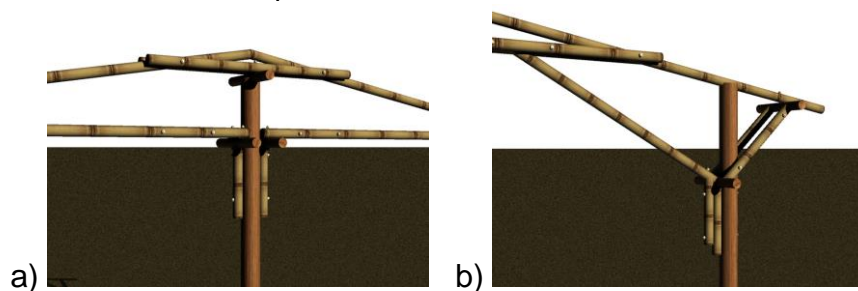
Em continuidade desta pesquisa, outras atividades relacionadas à necessidade local da comunidade urbana foram realizadas. Assim, foi desenvolvida uma estrutura feita em bambu, para abrigo do sol e das chuvas (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Estrutura leve feita em bambu.



Fonte: autor.

Figura 2. a) Detalhe da união entre o pilar central com a estrutura do telhado; b) Detalhe da união entre o pilar lateral com a estrutura do telhado.

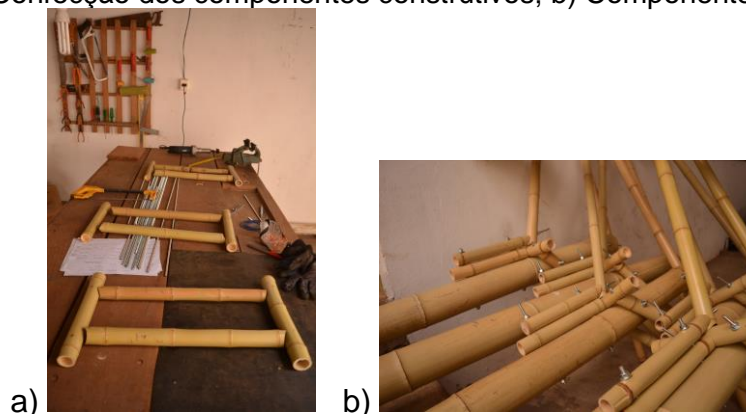


Fonte: autor.

A produção foi dividida entre a confecção dos componentes construtivos que a compõem e, posteriormente, sua instalação na comunidade (Figuras 3 e 4). Na primeira etapa, a construção aconteceu externamente à comunidade, na oficina particular do designer, autor desta pesquisa. Os envolvidos nesta fase foram alguns membros da Associação Comunitária Angico do Cerrado. A etapa de instalação dos

componentes construtivos produzidos, configurando assim a pequena estrutura (4,50 m x 4,50 m), foi realizada em forma de mutirão, contando tanto com o apoio da associação, quanto dos moradores da comunidade. Neste estágio desta pesquisa de mestrado, a capacitação dos envolvidos no trabalho com o bambu, apresenta como resultado uma estrutura pequena e leve, concebida através do trabalho colaborativo. Assim, os envolvidos mostraram-se pouco a pouco familiarizados com o uso do bambu.

Figura 3. a) Confeção dos componentes construtivos; b) Componentes construídos.



Fonte: autor.

Figura 4. Etapas do mutirão realizado para instalação da pequena estrutura feita em bambu.

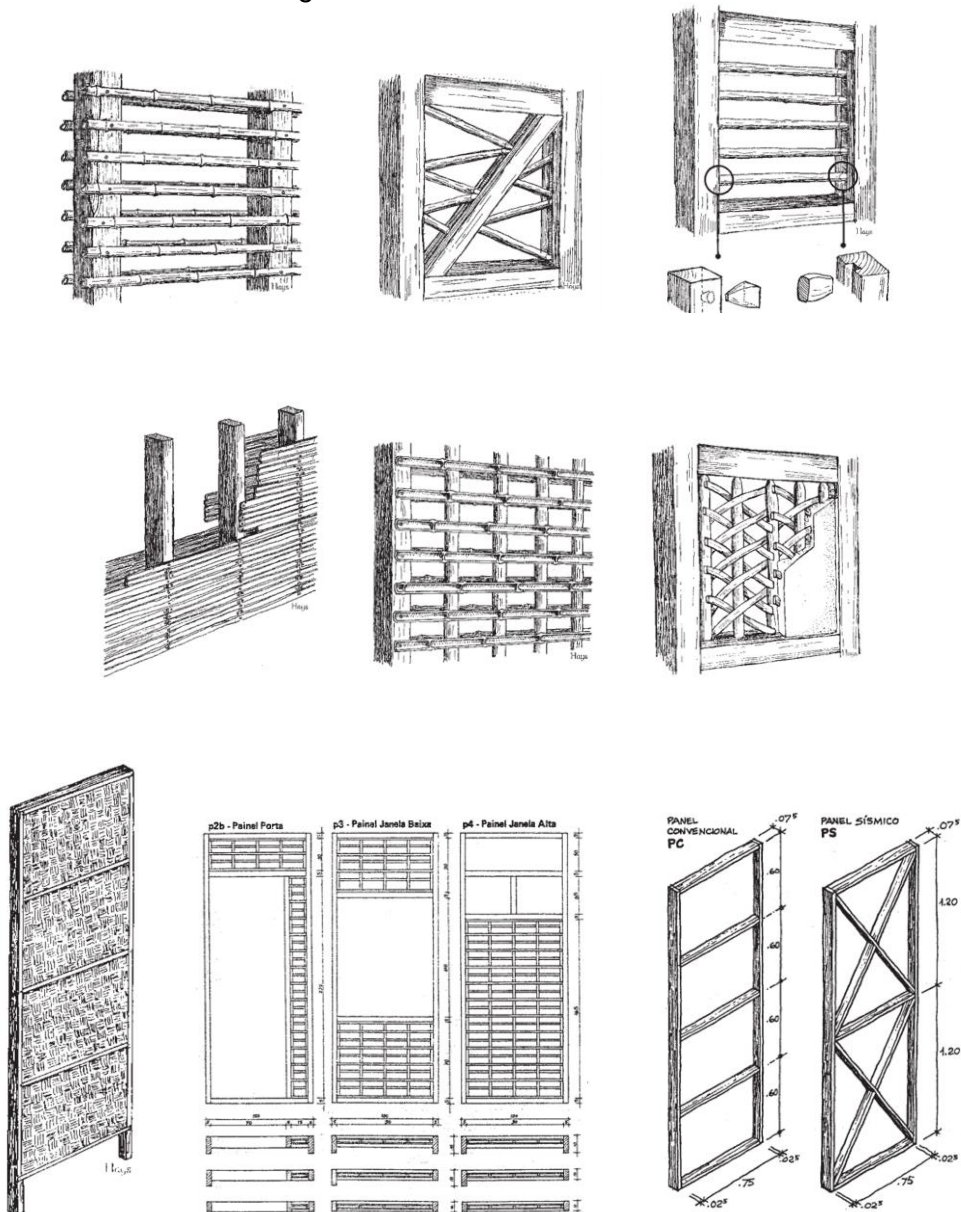


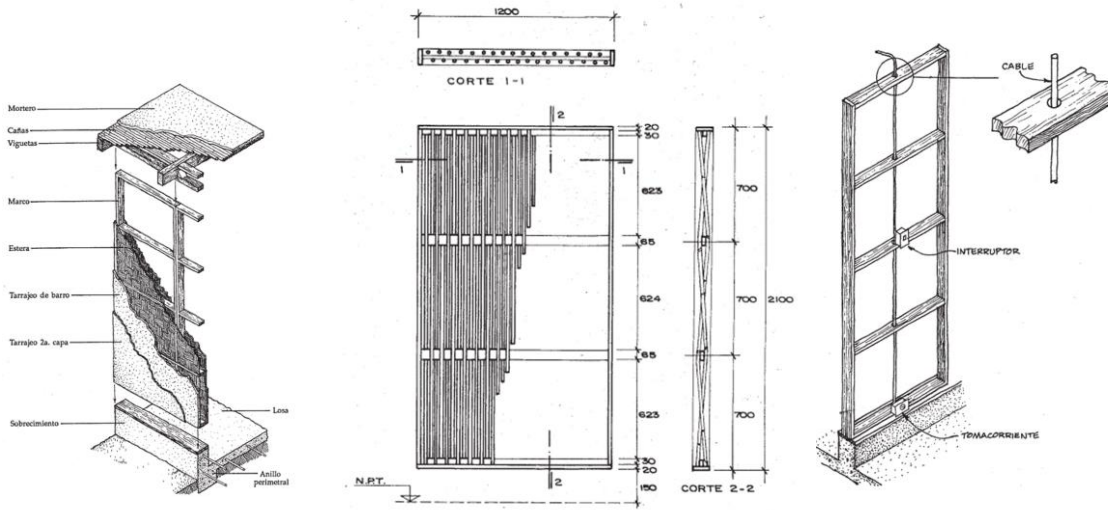
Fonte: autor.

Anexo 11 – Estudo de similares.

Esta etapa, localizada no processo de elaboração de projeto, visa agregar repertório junto ao desenvolvimento das atividades do designer, auxiliando a fase inicial de concepção de projetos para quaisquer novos produtos. Para exemplificar a investigação realizada, que complementou o aprofundamento teórico, foram selecionadas algumas imagens consultadas (Figuras 1, 2 e 3).

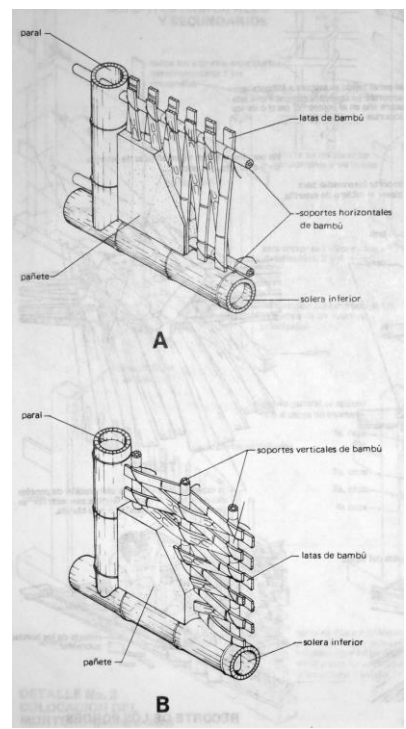
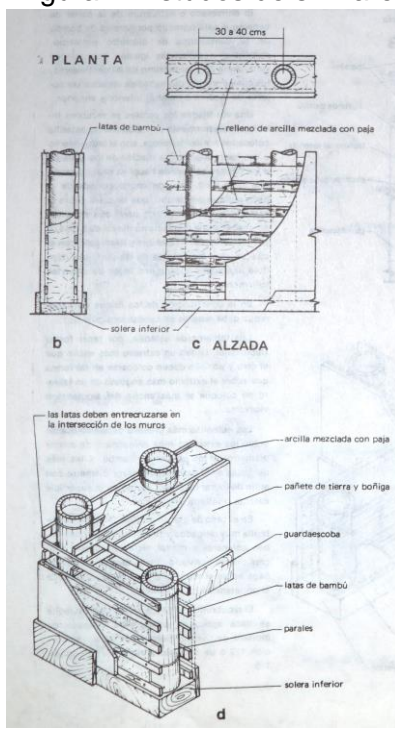
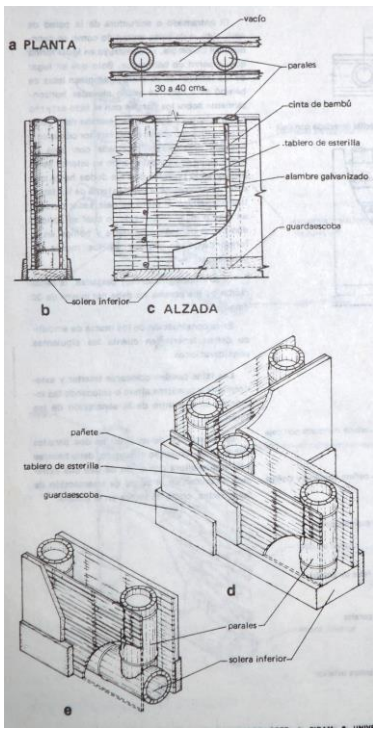
Figura 1. Estudos de similares.

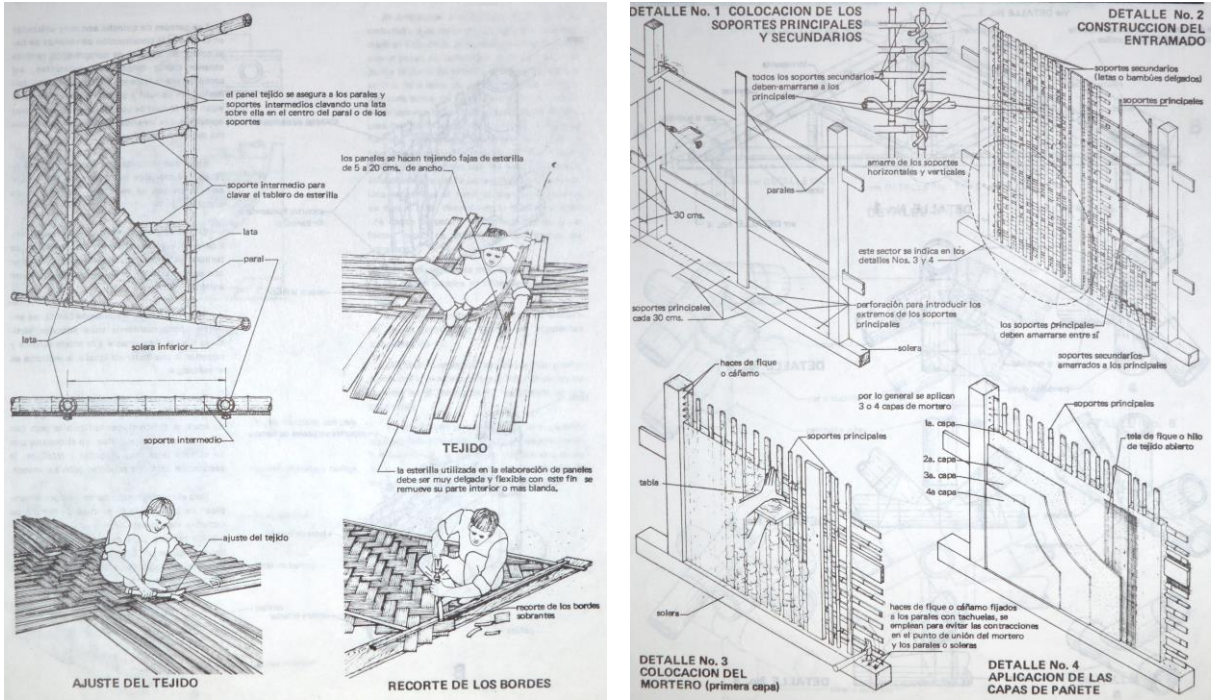




Fonte: Cordero; Jesús Martínez; Neves (2003).

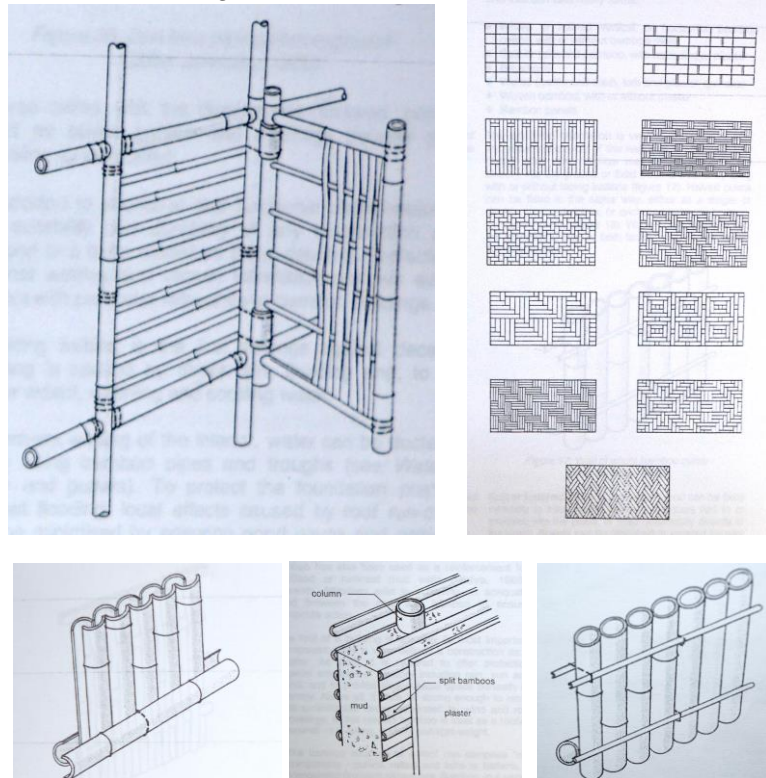
Figura 2. Estudos de similares.

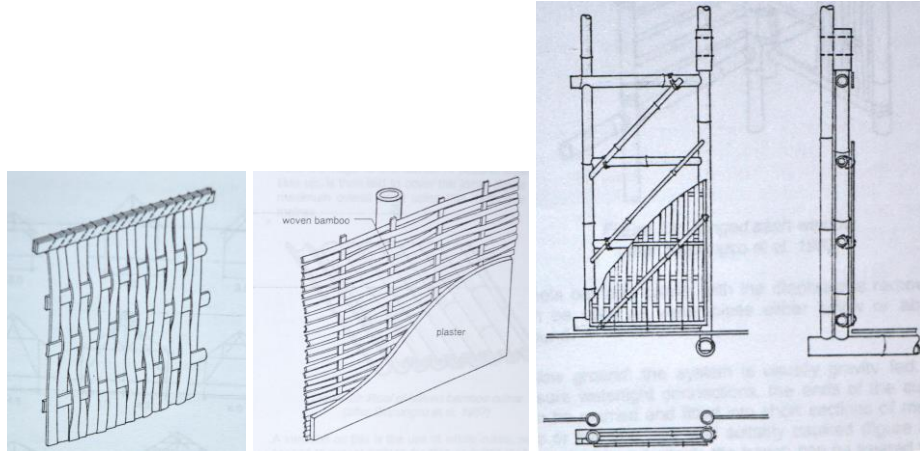




Fonte: Hidalgo-López (1981).

Figura 3. Estudios de similares.





Fonte: TRADA; INBAR; DFID (1998).