

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Vicente Jesus dos Santos

**A técnica do “fibrobarro” armado, aplicada na
construção de objetos de uso comunitário**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre do Programa de Pós Graduação em Design do Departamento de Artes & Design da PUC-Rio.

Orientador: Prof. José Luiz Mendes Ripper

Rio de Janeiro
Março de 2012



Vicente Jesus dos Santos

**A técnica do “fibrobarro” armado, aplicada na
construção de objetos de uso comunitário**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre do Programa de Pós
Graduação do Departamento de Artes & Design da PUC-
Rio do Centro de Tecnologia e Ciências Humanas.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. José Luiz Mendes Ripper

Orientador

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Fernando Betim Paes Leme

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Luis Eustáquio Moreira

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Profa. Denise Berruezo Portinari

Coordenadora Setorial do Centro de Teologia e
Ciências Humanas – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 30 de Março de 2012

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

Vicente Jesus dos Santos

Graduou-se em Administração de Empresas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, em 1991, Pós Graduou-se em RH, no IAG Master da PUC-Rio, em 1996. Artesão do bambu; lecionou como professor no Projeto Casa do Pequeno Marceneiro, para jovens de 07 a 17 anos, Rede Pública de Ensino, na Prefeitura de Bananal, SP, em 2009 e no Centro de Artes Calouste Gulbenkian – Prefeitura do Rio de Janeiro de 2006 a 2009.

Ficha Catalográfica

Santos, Vicente Jesus dos

A técnica do “fibrobarro” armado, aplicada na construção de objetos de uso comunitário / Vicente Jesus dos Santos ; orientador: José Luiz Mendes Ripper. – 2012.

130 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2012.

Inclui bibliografia

1. Artes e design – Teses. 2. Barro. 3. Fibras naturais. 4. Técnicas construtivas. 5. Trabalho participativo. 6. Sustentabilidade. I. Ripper, José Luiz Mendes. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes & Design. IV. Título.

CDD: 700

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. José Luiz Mendes Ripper, pela parceria e por me ensinar a trilhar caminhos ainda desconhecidos.

Ao CNPq e à PUC, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

À minha querida mãe pelo apoio em todas as horas.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho da maravilhosa equipe de pesquisadores do LILD/DAD: João Victor, Roberto Takao, Daniel Malaguti, Walter, Júlia Teles, Reni Junior, Marcelo Fonseca, Mariana Malaguti, Lucas Ripper, Arísio Rabim, Thiago de Paula e Victor Menezes.

Aos amigos da Bambutec Mario Seixas, João Bina e Patrick.

Ao Mariano técnico do LILD, sempre disposto a nos ajudar.

Ao Luiz Carlos D'aboim Inglês, amigo de todas as horas.

Ao Prof. Khosrow Ghavami que me ajudou e incentivou no mestrado.

Ao amigo e Prof. João Krause sempre solícito e amigo.

Ao Prof. Dr. Felipe Guanaes, coordenador do NIMA e os colaboradores Roosevelt Fidelis e Camila Barata na parceria LILD/NIMA.

À D. Dirce Teixeira, coordenadora das Hortas Cariocas no Jardim Anil e demais membros da horta.

Às minhas irmãs Márcia Rocha, Beatriz Rocha e Tânia Rocha que me incentivaram.

Aos amigos que me incentivaram e ajudaram na pesquisa.

Resumo

Santos, Vicente Jesus dos; Ripper, José Luiz Mendes. **A técnica do “fibrobarro” armado, aplicada na construção de objetos de uso comunitário**. Rio de Janeiro, 2012. 130p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A pesquisa aborda métodos e técnicas construtivas e acessíveis, denominadas de “Fibrobarro”, direcionadas às comunidades rurais. Estas técnicas utilizam materiais encontrados na natureza e modos de fazer que não são próprios da região, seguindo a metodologia empírica, traduzida em novos conceitos de design participativo, que determina vivências que influenciam as relações sociais de ensino e trabalho destas comunidades. O conjunto de métodos e técnicas abordados ajudou no desenvolvimento de uma caixa d’água orgânica, servindo de alternativa ao atual modelo de desenvolvimento, no qual o consumo desenfreado dos recursos não renováveis mostrou-se inviável do ponto de vista da sustentabilidade. No contexto acadêmico, o LILD (Laboratório de Investigação em Livre Desenho) em seu ambiente de pesquisa é um dos locais para geração de novos materiais e técnicas que substituam as demandas objetivando a sustentabilidade no processo e no uso. Nos últimos 20 anos, o LILD estudou tecnologias limpas de baixo impacto ambiental e o uso de materiais regionais, atendendo a demandas reais na construção de objetos de design e de arquitetura, trabalhando com materiais compósitos de terra crua e fibras naturais. Detalhes sobre essas técnicas e compósitos desenvolvidos em modelos de laboratório e de campo são observados e estudados, no decorrer da pesquisa, apresentando também exemplos de construções feitas em comunidade rural. O “Fibrobarro” foi usado em experimentos, sendo ele composto de barro agregado a fibras combinadas entre si. Este compósito, quando seco foi impermeabilizado com resina de Poliuretano Vegetal, extraído do óleo de mamona. Tanto nos ensaios como no desenvolvimento dos modelos reduzidos, foram verificadas algumas possibilidades de combinações entre as fibras junto ao barro, a fim de se verificar a resistência, durabilidade e impermeabilidade dos novos compósitos oriundos dos

ensaios, apropriados à aplicação do material na construção do reservatório de água, bem como em vedações arquitetônicas e em revestimentos. A pesquisa apresenta o resultado do processo de desenvolvimento de um objeto construído com estes compósitos, aplicando-se a metodologia projetual utilizada no LILD, visando o aproveitamento das águas pluviais.

Palavras chave

Barro; fibras naturais; técnicas construtivas; trabalho participativo; sustentabilidade.

Abstract

Santos, Vicente Jesus dos; Ripper, José Luiz Mendes (Advisor). **The technique of "Fibrobarro" applied in construction of community objects.** Rio de Janeiro, 2012. 130p. MSc. Dissertation – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The survey covers constructive and accessible methods and techniques, called "Fibrobarro", directed at rural communities. These techniques use materials found in nature and ways of doing that are not from the region, following the empirical methodology, translated into new concepts of participatory design, which determines experiences influencing social relations and education work of these communities. The set of methods and techniques discussed helped in the development of an organic waterbox, serving as an alternative to the current development model, in which unrestrained consumption of non-renewable resources proved to be unviable in terms of sustainability. In the academic context, the LILD (Laboratory of Inquiry in Free Drawing) in its research environment is one of the sites for the generation of new materials and techniques that replace the demands for sustainability in the process and use. In the last 20 years, the LILD studied clean technologies of low ambient impact and the use of regional materials, taking care of to the real demands in the object construction of design and architecture working with composite materials of raw land and natural staple fibers. Details about these techniques and composites developed in laboratory and field models are observed and studied in the course of research, and also examples of constructions made in the rural community. The "Fibrobarro" was used in experiments, and he composed of clay added to fibers combined with each other. This composite, when dry polyurethane resin was waterproofed with Vegetable, extracted from castor oil. Both during the tests and in the development of reduced models, some possibilities of combinations had been verified between the fibers along the clay in order to verify the strength, durability and water-resistance of the new composites drawn from the tests, the application of the material in the appropriate construction of the waterbox tank as well as fences and architectural coatings. The survey presents the result of the process of developing an object constructed with these composites, applying the

methodology used in the project, with the aim of leveraging LILD rainwater.

Keywords

Clay; natural fibers; constructive techniques; participatory work; sustainability.

Sumário

1 – Introdução	1
1.1 - Objetivo geral	3
1.2 - Objetivos específicos	3
1.3 - Metodologia de pesquisa	3
1.4 - A pesquisa como incentivo a conscientização ambiental e para a diminuição da degradação dos recursos hídricos	4
1.5 - Técnicas Construtivas com barro	5
1.5.1 - “Fibrobarro” Armado: Técnicas Convivenciais	5
1.5.2 – “Fibrobarro Armado” como Casca Estrutural	6
1.5.3 - Características Mecânicas do Material	7
1.5.4 - Relação Armadura/Argamassa	7
1.5.5 – Considerações Gerais	8
1.5.6 - Embasamento Técnico	9
2 - O LILD e a sua Interdisciplinaridade	9
2.1 - Elementos para o desenvolvimento da pesquisa: O uso de Modelos	12
2.2 - O método de tentativa e erro	14
2.3 – A Importância social da pesquisa na Comunidade Anil	16
2.4 – Características sócio-culturais e físicas da Comunidade do Anil e a contribuição da Geografia para o entendimento do comportamento e distribuição das águas pluviais na região	16
2.5 - Identificação das necessidades da comunidade e escolha do objeto de trabalho do objeto a ser de trabalhado	19

2.6 – Cronologia das atividades na Comunidade do Anil	20
2.7 – Construção do Túnel de barro na EXPO PUC	26
2.8 – Justificativa para o estudo do “Fibrobarro” nos experimentos e ensaios	29
3 - Compósitos de Barro e fibras: ensaios e experimentos	30
3.1 – Propriedades do barro como material de construção: resistência à compressão, tração e flexão, expansão e retração	33
3.2 - Formas de compactação e estabilização do solo: Fibras agregadas a massa para aumento de resistência como alternativa estruturante	34
3.3 – Fibras Vegetais: alternativa renovável, biodegradável e de baixo custo	35
3.3.1 – Fibras usadas na pesquisa	36
3.3.2 - Vantagens e desvantagens no uso das fibras	36
4 – Ensaio com “Fibrobarro” para a obtenção de novos compósitos	41
4.1 - Critérios para escolha dos materiais nos ensaios	43
4.2 – Preparo da massa para os ensaios	44
4.2.1 - Preparo do Barro	45
4.2.2 - Preparo da Polpa de Papel Jornal	45
4.2.3 - Preparo do Papel Acartonado	46
4.2.4 - Preparo da Massa para os ensaios	46
4.2.5 – Ensaio para obtenção de novos compósitos	47
4.3 – Modelos estruturais de bambu	52
4.3.1 – Corte e beneficiamento do bambu: técnicas de laminação artesanal	56
4.4 – Modelo Estrutural de Bambu 1: Construção	60
4.4.1 – Revestimento com “Fibrobarro”	63
4.4.2 – Cálculo da superfície para impermeabilização do Modelo Estrutural 1	65
4.4.3 – Propriedades do Poliuretano Vegetal	65
4.4.4 – Aplicação e rendimento da resina no Modelo Est. 1	66
4.4.5 – Cálculo do volume e resultados de testes com água do Modelo	

Estrutural de Bambu 1	68
4.5 – Modelo Estrutural de Bambu 2: Construção e revestimento com barro, fibras e polpa de papel	70
4.5.1. – Cálculo da superfície para impermeabilização do Modelo Estrutural 2	76
4.5.2 - Aplicação e rendimento da resina no Modelo Est. 2	76
4.5.3 - Cálculo do volume e resultados de testes com água do Modelo Estrutural de Bambu 2	77
4.6 - Moldagem de “Fibrobarro” sobre superfícies esféricas	78
4.6.1 – Processo de moldagem	79
4.6.2 - Cálculo da superfície para impermeabilização com poliuretano Vegetal	86
4.6.3 - Aplicação do poliuretano vegetal e seu rendimento nos modelos esféricos	87
4.6.4 – Volume total de cada modelo e testes com água	91
4.6.5 – Resultados obtidos nos modelos estruturais e esféricos	96
5 – Conclusão	99
6 – Referências Bibliográficas	129
7 – Apêndice	132
8 – Anexos	134

Lista de Figuras

Figura 1 - Formação Rochosa do Rio de Janeiro	37
Figura 2 - Foto aérea do Morro da Panela e da comunidade do Anil	38
Figuras 3 e 4 - Reconhecendo o local	40
Figuras 5, 6, e 7 - Colhendo bambu	40
Figura 8 - Identificação das necessidades junto a Comunidade	40
Figuras 9, 10 e 11 – Estudo da produção	41
Figuras 12, 13 e 14 - Equipe do LILD planejando as atividades no Anil	41
Figuras 15, 16, e 17 - Verificação e reconhecimento de estruturas essenciais para o Anil	42
Figuras 18, 19 e 20 - Verificação e detalhamento de materiais e Equipamentos	42
Figuras 21 e 22 - Mutirão para a construção da pantográfica de bambu	42
Figuras 23, 24 e 25 - Pantográfica em construção	42
Figuras 26, 27 e 28 - Ajuste da pantográfica no local	43
Figuras 28, 30 e 31 - Reforço das amarrações da estrutura	43
Figuras 32, 33 e 34 - Fixando e ajustando a pantográfica	43
Figuras 35, 36 e 37 - Coleta do barro	43
Figuras 38, 39 e 40 - Hidratação do barro	44
Figuras 41, 42 e 43 - Agregando capim ao barro	44
Figuras 44, 45 e 46 - Sovando a massa	44
Figuras 47 e 48 - Aplicação do “fibrobarro” na pantográfica	44
Figura 49 - “Barreando” a trama	45
Figura 50 - Equipe do Anil preparando o “Fibrobarro”	45
Figura 51 – Prof. Ripper e comandados	45
Figura 52 – Pantográfica sendo “Fibrobarreada”	45
Figura 53 – “Fibrobarro” fresco	45
Figura 54 – “Fibrobarreando de baixo para cima	45
Figura 55 - Takao preparando a massa	45
Figura 56 - Equipe do LILD “Fibrobarreando”	45

Figuras 57 e 58 - Pantográfica “Fibrobarreada quase pronta	46
Figuras 59 e 60 - Início da construção do túnel	47
Figuras 61 e 62 - Estrutura do túnel sendo “fibrobarreada”	48
Figuras 63 e 64 - Túnel de “fibrobarro” quase pronto	48
Figuras 65 e 66 - Túnel de “fibrobarro” pronto	48
Figura 67 - Pulverizando o “fibrobarro” com água	49
Figura 68 - Desmontagem e acondicionamento das placas de “fibrobarro”	49
Figura 69 – Sisal	57
Figura 70 – Juta	59
Figura 71 - Typha dominguenses	60
Figura 72 - Taboa na beira do rio	60
Figura 73 - Espigas da Taboa	60
Figura 74 - Barro peneirado	65
Figura 75 – Água	65
Figura 76 – Barro peneirado e hidratado	65
Figura 77 – Papel Jornal	66
Figura 78 – Água	66
Figura 79 – Polpa de Papel Jornal	66
Figura 80 - Papel acartonado	66
Figura 81 – Água	66
Figura 82 - Polpa de Papel acartonado	66
Figura 83 - Preparo da Massa	66
Figura 84 - Taboa picada	67
Figura 85 - Capim seco	67
Figura 86 - Sisal picado	67
Figura 87 - Bambu triturado	67
Figura 88 - Pó de Bambu médio	67
Figura 89 - Pó de Bambu fino	67
Figura 90 - Cola branca	68

Figura 91 - Ensaio de 1 a 4	68
Figura 92 - Ensaio de 5 a 8	69
Figura 93 – Ensaio de 9 a 12	70
Figura 94 – Ensaio de 13 a 16	71
Figura 95 – Esfera	73
Figura 96 – Cestos indianos – autor desconhecido	74
Figuras 97 e 98 - Corte do colmo de bambu do gênero <i>Phyllostachys áurea</i>	77
Figura 99 - Bambu do gênero <i>Phyllostachys áurea</i> cortado na base	77
Figura 100 - <i>Dendrocalamus giganteus</i> – entouceirante	78
Figura 101 – <i>Phyllostachys áurea</i> – alastrante	78
Figura 102 - Modelo de Caixa de Caixa D'água em Ferrocimento – Guia de construções rurais, fascículo 2, da Associação Brasileira de Cimento Portland – APCP	78
Figura 103 – Corte dos colmos	80
Figuras 104 e 105 – Abertura de colmo usando facão	80
Figura 106 - Posição correta para uso de estiletes no preparo manual de lâminas de bambu <i>Phyllostachys áurea</i>	80
Figura 107 – Wânia Simões ensinando a técnica da cestaria	80
Figura 108 – Cesto confeccionado pela Profa. Wânia utilizando madeira como fundo – (fotos do manual do CPT, pag. 34 e 35)	81
Figura 109 - Base de madeira para o fundo do modelo	81
Figura 110 - Lâminas de bambu para trama da base da caixa d'água	82
Figura 111 - Fundo e pinos de bambu	82
Figura 112 - Pinos colocados para a trama com lâminas	82
Figura 113 – Início da trama	82
Figura 114 – Término da trama	82
Figura 115 – Estrutura pronta	82

Figura 116 – Preparo e acondicionamento do barro	83
Figura 117 – Barro com adição de água	83
Figura 118 - Preparo da fibra de Sisal	84
Figura 119 - Preparo da bandagem de algodão	84
Figura 120 – Preparo da bandagem de algodão com barro	84
Figura 121 – Barro aplicado à bandagem	84
Figura 122 – Agregação da fibra de sisal ao barro	64
Figura 123 – Mistura da fibra ao barro	84
Figura 124 – Revestimento com “Fibrobarro”	84
Figura 125 – Modelo sendo revestido	84
Figura 126 - Aplicação de “Fibrobarro”	85
Figura 127 – Modelo revestido de “Fibrobarro”	85
Figura 128 – Preparo da Resina de Mamona	87
Figura 129 – Mistura das partes com os compostos A + B	87
Figura 130 – Impermeabilização externa do Modelo 1	87
Figura 131 – Impermeabilização interna	87
Figura 132 - Impermeabilização do Modelo 1	87
Figura 133 – Modelo 2 sendo impermeabilizado	87
Figura 134 – Modelo impermeabilizado pela Resina de Mamona	88
Figuras 135 e 136 – Observação de pontos de vazamento de água no modelo 1	90
Figura 137 – Colmos de bambu <i>Phyllostachys áurea</i>	92
Figura 138 – Lâminas de bambu	92
Figura 139 – Medição dos pontos onde as lâminas serão curvadas	93
Figura 140 – Medição dos pontos nas lâminas	93
Figura 141 – Gabarito curvando lâmina de bambu	94

Figura 142 – Gabarito para curvar lâminas de bambu	94
Figura 143 – Lâminas de bambu curvadas	94
Figura 144 – Quatro lâminas de bambu cruzadas entre si	94
Figura 145 – Início da montagem do Modelo 2	94
Figura 146 – Produção de círculos com lâminas de bambu	95
Figuras 147 e 148 – Círculos feitos de lâminas de bambu	95
Figura 149 – Início da montagem do Modelo 2	95
Figura 150 – Modelos reduzidos de bambu	95
Figura 151 – Estrutura do modelo 2	95
Figura 152 – Minha mãe segurando o modelo 2	95
Figuras 153, 154 e 155 – Revestimento do modelo com “fibrobarro”	96
Figuras 156, 157 e 158 – Estrutura de bambu sendo revestida com a mistura do ensaio 16	96
Figuras 159 e 160 – Modelo revestido com a mistura do ensaio 16	96
Figuras 161 e 162 – Impermeabilização com Poliuretano vegetal	98
Figuras 163 e 164 – Impermeabilização com Poliuretano vegetal – demão	98
Figura 165 – Modelo cheio de água	98
Figuras 166 e 167 – Bola de Fisioterapia para a moldagem com “Fibrobarro”	100
Figura 168 – Mingau de barro	101
Figura 169 – Fibra de Sisal	101
Figura 170 – Pano de algodão	101
Figura 171 – Cola branca	101
Figura 172 – Moldagem na superfície da bola com o pino para cima	101
Figuras 173 e 174 – Takao sovando a massa até ficar coesa	101
Figuras 175, 176 e 177 - Preparo do “Fibrobarro”	101
Figuras 178 e 179 - Início da modelagem sobre a superfície	102
Figuras 180 e 181 – Júlia e Mariana ajudando a modelar na superfície da Esfera	102
Figuras 182 e 183 – Moldada sobre a superfície das esferas, até a base	102

Figuras 184, 185 e 186 – Fim da moldagem sobre a superfície da esfera	102
Figura 187 – Manta de algodão do tipo da fralda reforçando o “fibrobarro”	105
Figuras 188 e 189 - Retirando o pino para esvaziamento das bolas	105
Figura 190 – Estrutura de “Fibrobarro” seca e sem a esfera dentro	106
Figura 191 - Rachaduras provocadas pelo excesso de água	106
Figuras 192 e 193 – Poliuretano Vegetal Componentes A e B	109
Figura 194 – Mistura A + B	109
Figura 195 – Modelo 1 impermeabilizado com poliuretano vegetal	110
Figuras 196, 197 e 198 - Mariano ajudando a encher o modelo de água	113
Figuras 199 e 200 – Rompimento das membranas interna e externa do modelo esférico 1	114
Figura 201 – Início de vazamento no modelo 2	115
Figura 202 - Infiltração e vazamento no modelo 2	115
Figura 203 – Desestruturação do modelo 2	115
Figuras 204 e 205 – Micro vazamento no modelo 3	116
Figuras 206 e 207 – Micro vazamento no modelo 4	117
Figuras 208, 209 e 210 – Objeto construído com gaze industrial, mingau de barro e resina de mamona	120

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Tabela de classificação científica do sisal	57
Tabela 2 – Propriedades mecânicas e físicas do sisal – Tabela da pesquisa de Alvares (2003)	57
Tabela 3 – Classificação científica da Juta	59

Tabela 4 – Classificação científica da taboa	60
Tabela 5 – Dados técnicos dos modelos estruturais 1 e 2	118
Tabela 6 – Dados dos volumes e rendimentos obtidos nos modelos Esféricos 1, 2, 3 e 4	118
Tabela 7 – Dados quanto à resistência, peso, impermeabilidade da superfície e comportamento do revestimento em cada um dos 4 modelos esféricos	119

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Gráfico das fibras	55
--------------------------------	----

Anexos

Figura 211 - Arco de serra	129
Figura 212 – Facão	129
Figura 213 – Serrote	129
Figura 214 - Serrote Jack	129
Figura 215 – Estilete	129
Figura 216 – Martelo	129
Figura 217 – Facas	129
Figura 218 – Madeira para o fundo	129
Figura 219 – Fibras: Sisal	129
Figura 220 – Película ou trama de algodão	130
Figura 221 – Pincéis, trinchas e rolo	130
Figura 222 – Poliuretano vegetal	130
Figura 223 – Barro	130
Figura 224 – Cola	130