Luciano Rosa Alonso Alvares

Cúpula Catenária de “Fibrobarro” estruturado com bambu – Concepção e Processo Construtivo

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof^{o}. José Luiz Mendes Ripper

Rio de Janeiro,
setembro de 2008

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Luciano Rosa Alonso Alvares

“Cúpula Catenária de “Fibrobarro” estruturado com bambu – Concepção e Processo Construtivo”

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Design do Departamento de Artes & Design do Centro de Teologia e Ciências Humanas. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

_____
Prof. Dr. José Luis Mendes Ripper
Presidente/Orientador PUC-Rio

_____
Prof. Dr. Alfredo Jefferson de Oliveira
Membro – PUC-Rio

_____
Prof. Dr. Luís Eustáquio Moreira
Membro - UFMG

_____
Prof. Dr. Paulo Fernando Carneiro de Andrade
Coordenador Setorial do Centro de
Teologia e Ciências Humanas – PUC-Rio

Rio de Janeiro,____de_____de____

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

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

Luciano Rosa Alonso Alvares

Graduou-se em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1993. Leciona desde 2004 como professor de maquete e projeto no curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Rio, colaborou em 2008 na elaboração do curso de Pós-Graduação Latu Sensu Sustentabilidade no Projeto: do objeto à cidade, onde faz parte da Comissão Acadêmica e atua como professor.

Ficha Catalográfica

Alvares, Luciano Rosa Alonso

Cúpula catenária de “Fibrobarro” estruturado com bambu : concepção e processo construtivo / Luciano Rosa Alonso Alvares ; orientador: José Luiz Mendes Ripper. – 2008.

102 f. : il. (col.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Artes e Design)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

CDD: 700

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Professor Ripper pelas palavras e experiência passadas durante nosso período de convivência.

Agradeço aos meus pais e minhas irmãs que sempre me incentivaram e me ajudaram no apoio logístico com as meninas.

Agradeço à Tatiana, Lia e Bel, as três mulheres da minha vida.

Agradeço ao professor Fernando Betim, pelo incentivo e colaboração.

Ao Mariano pelo auxílio na execução dos experimentos.

Ao Daniel Malaguti e Ana Karla Oliveira pela colaboração e convivência.

À Raquel Mattar que auxiliou com muita dedicação na elaboração dos modelos 3D virtuais.

Aos Pesquisadores e Bolsistas do LILD, pela colaboração, sugestões e troca de experiências que colaboraram no desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores e funcionários do Departamento de Artes e Design, muito obrigado pela dedicação e apoio.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

Resumo

Alvares, Luciano; Ripper, J.L.M. **Cúpula Catenária de "Fibrobarro"estruturado com bambu – Concepção e Processo Construtivo**. Rio de Janeiro, 2008. 102p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O atual modelo de desenvolvimento das cidades, juntamente com o consumo desenfreado dos recursos não renováveis, mostrou-se inviável do ponto de vista da sustentabilidade, fato este que tem gerado preocupação em diversos setores da sociedade. No cenário mundial, principalmente no setor da construção civil, vem crescendo a demanda pelo uso de novos materiais e técnicas que não sejam agressivos ao meio ambiente. O meio acadêmico, como ambiente de pesquisa é um dos locais para a geração desses novos materiais e técnicas que possam suprir as demandas visando o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o LILD (Laboratório de Investigação em Living Design) vem estudando nos últimos 20 anos tecnologias limpas de baixo impacto ambiental, atendendo a demandas reais na construção de objetos de design e arquitetura. No momento o LILD trabalha, entre outras atividades, com materiais compósitos de terra crua e fibras naturais. Este trabalho apresenta o resultado do processo de desenvolvimento no LILD de um objeto feito com estes compósitos, denominado CÚPULA CATENÁRIA, com a aplicação da metodologia projetual utilizada no LILD. Os experimentos foram desenvolvidos a partir de modelos processuais que determinaram os parâmetros e apontaram as diretrizes a serem seguidas no projeto, visando sempre a aplicação e construção de um modelo em escala real, que por sua vez incorpora diversos saberes de diferentes áreas de conhecimento.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

Palavras-chave

Compósitos; terra crua; bambu; taipa.

Abstract

Alvares, Luciano; Ripper, J.L.M. **Catenary Dome of "fiber soil" Structured with bamboo - Conception and Constructive Process**. Rio de Janeiro, 2008. 102p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The current model of cities development, considering the wild consumption of not renewable resources, has shown impracticable due the sustainability point of view. Fact which is really concerned a lot of preoccupation in many sectors of human society. In the world-wide scenery, mainly at civil construction sector, it is growing a big demand for the use of new and alternative materials and techniques that may not harm the world environment. Due this situation, in the academic field that is considered an excellent research environment, it is the right place to new materials and techniques born in order to supply the demands considering the sustainable development. In this context, the LILD (Research Living Design Laboratory) has been studying last 20 years the applications of clean and low environmental impact technologies, answering the demands of building the design and architecture of real objects. This work presents the result of the developing process of an object named CATENARY DOME, applying the project methodology of LILD. The experiments have been developed of processual models that determined the parameters and point directives to be followed in the project, having in mind always the application and construction of an object in real scale, that incorporate many different knowledge areas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

Keywords:

Composite, raw soil, bamboo, mud wall.

Sumário

1. Introdução 09

2. Revisão Bibliográfica

2.1. O uso do modelo no processo de projeto

2.1.1. Sobre o LILD 12

2.1.2. Modelos processuais no projeto de arquitetura 15

2.2. Estrutura

2.2.1.Autonomia e Economia 21

2.2.2. Conceitos Estruturais 21

2.2.3. Arcos e Abóbadas 23

2.2.4. Arcos Funiculares 25

2.2.5. Cúpulas Circulares 27

2.3. Compósitos

2.3.1. Generalidades 30

2.3.2. Compósitos de Terra crua e sisal 36

2.3.2.1. Terra Crua 38

2.3.2.2. Sisal 41

2.3.3. Bambu 43

2.4. Técnicas Construtivas

2.4.1. O homem e a arquitetura vernacular 47

2.4.1.1. Arquitetura Vernacular 47

2.4.2. Exemplos da natureza 49

2.4.3. Processos Construtivos com terra crua 53

2.4.3.1. Adobe 55

2.4.3.2. A contribuição de Hassan Fathy no resgate de técnicas vernaculares 56

2.4.3.3. Taipa de Pilão 57

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA

2.4.3.4. Taipas de Mão e suas variações 59

3. Materiais e Métodos

3.1. Primeiro Experimento – Casca de Fibrobarro sobre Molde de Areia (escala 1:10) 62

3.2. Segundo Experimento – Casca de Fibrobarro sobre Molde de Terra (escala 1:1) 65

3.3. Terceiro Experimento – Modelo em Malha de Correntes Metálicas (escala 1:10) 74

3.4. Quarto Experimento – Modelo em Fôrma de Compensado (escala 1:1) 75

3.5. Quinto Experimento – Modelo Cônico Pantográfico (escala 1:10) 77

3.6. Sexto Experimento – Modelo Cônico Pantográfico sobre molde de Gesso (escala 1:10) 78

3.7. Sétimo Experimento – Modelo Pantográfico em Papel (escala 1:5) 81

3.8. Oitavo Experimento – Modelo de cúpula catenária em fibrobarro com fôrma-estrutura de trama pantográfica em bambu (escala 1:1) 85

4. Considerações Finais 95

5. Referências Bibliográficas 98

6. Tabela - Processo de Trabalho 102

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0610431/CA