



João Rivera Monteiro

**A Toxidade na Indústria Naval: uma proposta
de design a partir de técnicas construtivas**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Design.

Orientador: Prof. José Luiz Mendes Ripper

Rio de Janeiro
Outubro de 2011



João Rivera Monteiro

**A Toxidade na Indústria Naval: uma proposta
de design a partir de técnicas construtivas**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Design pelo Programa de Pós-Graduação em Design da PUC- Rio. Aprovada pela comissão organizadora abaixo assinada.

Prof. José Luiz Mendes Ripper

Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Profa. Luiza Novaes

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Profa. Carla da Costa Dias

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Profa. Denise Berruezo Portinari

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

Rio de Janeiro, 19 de outubro de 2011

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

João Rivera Monteiro

Graduou-se em Desenho Industrial, habilitação em Projeto de Produto, pela PUC-Rio, em 2000. Em 2007, certificou-se construtor naval pela UNITEC, Nova Zelândia. É pesquisador do Laboratório de Investigação em Living Design (LILD), da PUC-Rio desde 2009, onde desenvolve pesquisa na área de compósitos.

Ficha Catalográfica

Monteiro, João Rivera

A toxidade na industria naval: uma proposta de design a partir de técnicas construtivas / João Rivera Monteiro ; orientador: José Luis Mendes Ripper. – 2011.

95 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2011.

Inclui bibliografia

1. Artes e design – Teses. 2. Construção naval. 3. Barco. 4. Mamona. 5. Poliuretano. 6. Estaleiro. 7. Polímero. 8. Linho. 9. Oficina. 10. Compensado. I. Ripper, José Luis Mendes. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes & Design. III. Título.

CDD: 700

Esta dissertação é dedicada à todos que enfrentam
problemas ocupacionais no desempenho de sua profissão.

Agradecimentos

À PUC-Rio e a CAPES por viabilizarem a pesquisa.

Ao Ripper pelas longas conversas sobre materiais e técnicas e pelo estímulo a uma atitude experimental e criativa.

Aos colegas do LILD pela amizade, solidariedade e colaboração na realização das tarefas do cotidiano.

Aos parceiros, Imperveg Poliuretano Vegetal, Polyurethane, Ecoplan e Linifício Leslie, pelo suporte técnico e colaboração material.

À professora Carla Dias pelo olhar carinhoso que sempre dedicou ao projeto.

Agradecimentos especiais ao Mariano, o maior conhecedor da mina de materiais e experimentos (e histórias) do LILD, pela sua ajuda competente e infalível, e à toda a equipe do Laboratório de Modelos e Maquetes: Felipe Rangel, Gabriela Vacari, Cid Antunes, Giuliano Balsini, Diogo Luz, Aparecido da Silva e todos os monitores, sem vocês esse projeto não seria possível. Muito obrigado!

Resumo

Monteiro, João Rivera; Ripper, José Luiz Mendes. **A Toxidade na Indústria Naval: uma proposta de design a partir de técnicas construtivas**. Rio de Janeiro, 2011. 95p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os materiais e processos atualmente utilizados pela indústria naval na construção de embarcações de lazer em materiais compósitos apresentam diversos riscos à saúde do trabalhador. Resinas, tintas e vernizes liberam vapores tóxicos durante sua cura num processo que pode durar até sete dias. O presente trabalho, de maneira prática, buscou adaptar técnicas consagradas a materiais inovadores no estudo de processos produtivos alternativos, onde o contato do trabalhador com substâncias tóxicas fosse mitigado. Num primeiro momento procurou-se entender as propriedades das fibras e resinas de origem vegetal e seu potencial no desenvolvimento de materiais compósitos, bem como o estado da arte em que se encontravam as pesquisas correlatas no LILD (Laboratório de Investigação em Living Design da PUC-Rio). Em seguida, rabalhou-se no desenvolvimento de painéis em sanduíche laminados a vácuo. Por fim, as etapas se concatenam na construção de uma pequena embarcação a vela. Durante o processo construtivo e o convívio laboratorial buscou-se estabelecer relações com os métodos e materiais convencionais, situando a pesquisa mais no campo da técnica do que em um estudo puro da resistência dos materiais. Acreditamos que as características de trabalho são tão importantes quanto a resistência do material, principalmente quando se atua diretamente no processo construtivo. Desta forma, procuramos por materiais disponíveis e técnicas de simples implementação, com um mínimo de investimento em infra-estrutura e mão de obra, em busca de uma embarcação confiável. Técnicas de trabalho com materiais compósitos foram testadas devido as características do projeto da embarcação, uma canoa *outrigger* a vela: colagem, *hand lay-up* e laminação a vácuo. Os resultados foram promissores, traduzidos numa embarcação robusta e, ainda assim, leve e graciosa.

Palavras chave

Construção naval; barco; mamona; poliuretano; estaleiro; polímero; linho; oficina; compensado; sanduíche; compósito.

Abstract

Monteiro, João Rivera; Ripper, José Luiz Mendes (Advisor). **Toxicity in Boatbuilding: a design proposal through building methods**. Rio de Janeiro, 2011. 95p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Composite boatbuilding methods used nowadays represent several risks to worker's health. Resins, hardeners and varnishes liberate toxic organic vapors in the curing process that can take up to 7 days. The present work tried in a practical approach to adapt innovative materials with standard building methods in the research for an alternative productive process that can mitigate workers' exposure to toxic substances. At first, we focused on understanding the properties of natural fibers and castor oil polyurethane resins and their potential possibilities on the development of composite materials, as well as understanding the state-of-art of correlated researches at LILD (living design free investigation laboratory). Afterwards, we developed vacuum bagged sandwich composite panels with the studied materials, which finally were used to build of a small sailing craft. Several issues were brought to debate during workshop cooperative work. Establishing connection with conventional boatbuilding methods showed the research was about technique instead of material resistance. We believe that the practical daily construction needs are as much important as the material resistance itself, especially if you aim to work directly on the building process. With that in mind we went for available materials and simple low cost technologies in the search for a reliable boat. Several composite materials techniques were tested due to the boat's project characteristics (an outrigger sailing canoe): bonding, hand lay-up, vacuum bagging etc. Results were promising, shown on a robust yet light and graceful vessel.

keywords

Boatbuilding; boat; polyurethane; boatyard; polymer; linen; workshop; plywood; sandwich; composite.

Sumário

1. Introdução	13
2. Antecedentes do Projeto	16
3. A Pesquisa	21
3.1. Primeiros Dias	25
3.2. Painéis Sanduíche em Vacuum Bagging	27
3.3. Wa'apa	37
4. Materiais e Técnicas: Ontem e Hoje	40
4.1. Materiais do Nosso Cotidiano	43
4.2. Resinas de Mamona	44
4.3. Poliuretano de Mamona Expandido Rígido	45
4.4. Fibras Naturais	46
5. Construção	47
5.1. Iakos	48
5.2. Painéis	53
5.3. Cavernas e Rodas de Proa	58
5.4. Casco	60
5.5. Ama	69
5.6. Convés	73
5.7. Mastro e Retranca	76
5.8. Bancos s Belting	79
6. Outros trabalhos no LILD	80
7. Considerações Finais	82
Rêferências Bibliográficas	86

Glossário	89
-----------	----

Anexos	91
--------	----

Lista de figuras

Figura 1 – Dia a dia na Silver Tiger Catamarans e os primeiros sintomas da alergia.	16
Figura 2 – Workshop de construção com epóxi no estande da Barracuda Advanced Composites, no São Pulo Boat Show de 2007. Até crianças trabalhando com produtos tóxicos sem proteção e em ambiente confinado. (http://www.nautica.com.br/).....	19
Figura 3 – O Navigator, projeto do Neozelandês John Welsfold.....	21
Figura 4 – Experimentação livre	26
Figura 5 – Encapsulando bambus.....	27
Figura 6 – Règis Garcia e seus painéis.	28
Figura 7 – Primeiros painéis sanduíche no vácuo.	29
Figura 8 – Testes de acabamento e resistência.	29
Figura 9 – Sanduíche de papel.....	30
Figura 10 – Fibra de vidro e papel colméia.	31
Figura 11 – Procurando outros recheios.	32
Figura 12 – Mais opções de recheio.	32
Figura 13 – Poliuretano expandido e fibras vegetais.....	33
Figura 14 – Tururi.....	34
Figura 15 – Tururi e papel colméia.	34
Figura 16 – Problemas com o vácuo.	35
Figura 17 – Painéis para cadeira.....	36
Figura 18 – Planos de construção da Wa’apa.....	37
Figura 19 - Avar Aalto Palmio Chair (esquerda), Eames Lounge Chair (direita).	40
Figura 20 – Etapas da construção.....	48
Figura 21 – Iakos.	48
Figura 22 – Teste de adesão de junta em chanfro.....	50
Figura 23 - Laminação dos iakos.....	50
Figura 24 - Aparelhando os iakos.....	51
Figura 25 - Pino dos iakos.	52
Figura 26 – Plano de corte e colagem dos painéis.....	53
Figura 27 – Colagem dos painéis.	55
Figura 28 – Perfil da ama.	55

Figura 29 – Dando forma aos painéis.....	56
Figura 30 – Corte transversal na altura da caverna do centro.	57
Figura 31 – Colagem das longarinas.	57
Figura 32 – Desenho técnico das cavernas e rodas de proa.....	58
Figura 33 – Construção das cavernas.	59
Figura 34 – Preparando encaixes e checando a simetria do casco antes de fecha-lo.	60
Figura 35 – Produzindo encaixes precisos.	61
Figura 36 – Problema de adesão.....	62
Figura 37 – Fechamento do costado.....	63
Figura 38 – Colagem do fundo.....	64
Figura 39 – Acabamento.....	64
Figura 40 – Filetagem.....	65
Figura 41 – Testes de laminação com linho.	66
Figura 42 – Laminação do casco.	68
Figura 43 – Flutuador.	69
Figura 44 – Construção do bloco da ama.	69
Figura 45 – Esculpindo a ama.	70
Figura 46 – Problemas com a laminação.....	71
Figura 47 – Conveses.	73
Figura 48 – Preparando o laminado dos conveses.....	73
Figura 49 – Laminação a vácuo dos conveses.....	74
Figura 50 – Convés instalado.	75
Figura 51 – Mastro e retranca.....	76
Figura 52 – Mastro.	76
Figura 53 – Retranca e pé do mastro.	77
Figura 54 – Mastro e retranca em posição.....	78
Figura 55 – Bancos e Belting.	79
Figura 56 – Laboratório de Investigação em Living Design. (Foto: MELO, 2011).....	81
Figura 57 – Plano de laminação dos conveses.	84

É por demais sabido que a principal forma de relação entre o homem e a natureza, ou melhor, entre o homem e o meio, é dada pela técnica. As técnicas são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço.

Milton Santos