



Beatriz Finkielstejn

**Sistemas Modulares Têxteis como
aproveitamento de fibras naturais
Uma alternativa sustentável em Arquitetura & Design**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre pelo Programa
de Pós-Graduação em Artes da PUC-Rio.

Orientador: Prof. José Luiz Mendes Ripper

Rio de Janeiro
Agosto de 2006



Sistemas Modulares Têxteis como aproveitamento de fibras naturais

Uma alternativa sustentável em Arquitetura & Design

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Artes da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

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

Prof. Dr. Armando Martins de Barros
Membro - UFF

Prof. Dr. Luis 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, 18 de agosto de 2006

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

Beatriz Finkielstejn

Graduou-se em Desenho Industrial (ESDI-UERJ) em 1986. Graduou-se em Design Têxtil (SHENKAR, Israel) em 1993. Pós-graduou-se em Gestão em Design Têxtil e do Vestuário (SENAI-CETIQT), nível de especialização em 1999.

Ficha Catalográfica

Finkielstejn, Beatriz

Sistemas modulares têxteis como aproveitamento de fibras naturais: uma alternativa sustentável em arquitetura & design / Beatriz Finkielstejn ; orientador: José Luiz Mendes Ripper. – 2006.

172 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Artes e Design)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Inclui bibliografia

1. Artes – Teses. 2. Sistemas modulares têxteis. 3. Fibras naturais. 4. Tecnologias artesanais têxteis. 5. Sustentabilidade. 6. Natureza. 7. Impactos. 8. Arquitetura têxtil. I. Ripper, José Luiz Mendes. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

À Nicolás, Rosali, David (In Memoriam), e Dedé,
por tudo...

Agradecimentos

Ao meu orientador, José Luiz Mendes Ripper, pela oportunidade, compreensão e, principalmente, pela sensibilidade e percepção humanista que tanto me ensinaram.

Ao Projeto Coco Verde, O Casulo Feliz, Companhia Têxtil de Castanhal, Natural Fashion, EMBRAPA, Maria Izabel B. Miranda, Viviane G. Ribas e Fernanda Giannasi, pelos esclarecimentos e importantes contribuições, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

À minha mãe e irmã, pelo apoio incondicional.

À equipe do LILD, pelo entusiasmo contagiante e parceria.

A todos os professores do mestrado, pelas contribuições que tornaram esta dissertação uma realidade.

Aos amigos Helga, Lygia e Marcelo Fonseca, por me acompanharem nesta caminhada.

A todos os amigos e familiares, pela paciência, compreensão e carinho, sem dúvida imensuráveis.

Resumo

Finkielsztejn, Beatriz; Ripper, José Luiz Mendes (Orientador). **Sistemas Modulares Têxteis como aproveitamento de fibras naturais: uma alternativa sustentável em Arquitetura & Design**. Rio de Janeiro, 2006. 172p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O aproveitamento sustentável de fibras naturais na construção de membranas estruturais arquitetônicas constitui a questão principal desta dissertação. A conjugação entre os Sistemas Modulares Têxteis e o estudo das interações entre as fibras naturais, tecnologias e o meio permite incorporar técnicas artesanais têxteis e parâmetros ambientais de sustentabilidade às estratégias de concepção e confecção de objetos de Arquitetura & Design. Impactos ambientais e sociais percebidos, tecnologias artesanais e industriais de aproveitamento de fibras naturais e suas relações com o meio físico e social, e as estratégias aprendidas na Natureza e reproduzidas através de experiências em Arquitetura & Design, são aqui investigados. A metodologia experimental com a realização de protótipos permitiu elaborar os princípios que fundamentaram as bases dos Sistemas Modulares Têxteis. As investigações realizadas contribuem para o aperfeiçoamento e adequação de tecnologias artesanais têxteis e fibras naturais disponíveis e pouco padronizadas, adaptando-as a diversos contextos através dos Sistemas Modulares Têxteis.

Palavras-chave

Artes; Sistemas Modulares Têxteis; Fibras Naturais; Tecnologias artesanais têxteis; Sustentabilidade; Natureza; Impactos; Arquitetura Têxtil.

Abstract

Finkielsztejn, Beatriz; Ripper, José Luiz Mendes (Advisor). **Textile Modular Systems as natural fibers' use - a sustainable alternative in Architecture & Design**. Rio de Janeiro, 2006. 172p. Msc. Dissertation-Departamento de Artes & Design, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The natural fibers' sustainable use in architectonic structural membranes' construction is the main question of this dissertation. The association between the Textile Modular Systems and the inter-actions' studies between natural fibers, technologies, and environment, aloud to incorporate into conception and manufacturing strategies of Architecture & Design objects', textile craftsmanship technologies and sustainable environment parameters. Social and environment footprints perceived, industrial and craftsmanship technologies of natural fibers uses, their relations to the social and material environment, and the strategies learned from Nature and reproduced through experiences in Architecture & Design, are investigated here. The consumption of the Experimental Methodology through prototypes aloud to elaborates the principles that conceived the basis of the Textile Modular Systems. The investigations accomplished contribute to improve and adequate the textile craftsmanship technologies and the available non-patterned natural fibers, adapting them to several contexts through the Textile Modular Systems.

Keywords

Arts; Textile Modular Systems; Natural Fibers; Textile Craftsmanship Technologies; Sustainability; Nature; Footprints; Textile Architecture.

Sumário

Lista de Figuras e Ilustrações	9
Apresentação	18
Introdução	21
Estrutura do trabalho	24
1. Um Panorama dos impactos percebidos: desperdícios da inadequação	25
1.1. Se tudo é construído, nada é construído	28
1.2. Conhecimentos em extinção	35
1.2.1. Quando o natural é mito	44
1.3. Arquitetura & Design e suas relações com a questão ambiental	52
2. Tecnologias de aproveitamento de fibras naturais: uma arqueologia de "conhecimentos em extinção"	57
2.1. Inter-relações entre a "Sociedade da Palha" e as "Sociedades Complexas"	59
2.2. Fibras naturais e tecnologias "(in)sustentáveis"	68
2.3. Fibras naturais: matéria e tecnologias	76
2.3.1. Cascas de árvore, "tapa", papel e feltro	81
2.3.2. Compósitos e Laminação	87
2.3.3. Fiação e cordoaria	91
2.3.4. Tecelagem e cestaria	97
3. Natureza, Arquitetura & Design	102
3.1. Exemplos Naturais	111
3.1.1. Invertebrados produtores de seda	113
3.1.2. Os vários "modos de tecer"	116
3.1.3. Utilização de fibras, papel e adobe	123
3.1.4. A natureza que produz cabos	127
3.2. Sistemas Modulares Têxteis: um "modo de fazer " Arquitetura & Design"	129
3.2.1. Estudo de caso: princípios e protótipos experimentais	131
3.2.2. Conclusão dos experimentos	138
4. Considerações Finais	142
5. Referências Bibliográficas	146
6. Referências Eletrônicas	153
7. Anexos	157

Lista de Figuras e Ilustrações

- Figura 1- Objetos e fragmentos plásticos encontrados no interior de um filhote de albatroz.
(http://www.hawaiianatolls.org/research/June2006/albatross_death.php) Foto: Claire Johnson/ NOAA.
- Figura 2- Objetos e fragmentos plásticos encontrados no interior de um filhote de albatroz.
(<http://www.mindfully.org/Plastic/Ocean/Albatross-Plastic-Ingestion1997.htm>).
- Figura 3 –Impactos ambientais percebidos: entulhos marinhos têm afetado mais de 86% das espécies de tartarugas marinhas por ingestão, fome, sufocamento, infecção e estrangulamento.
(http://www.aventuranobrasilcostal.com.br/abc/ex_det.asp?id=44), e
(<http://www.plasticdebris.org/bibliography.html>). Foto: Auburn Zoo.
- Figura 4 – “Pellets” de plásticos fotodegradados são ingeridos por diversas espécies.
(<http://www.algalita.org/initiatives.html#forever>).
- Figura 5 – Ilhas hawaianas: 60 toneladas de redes e entulhos recolhidas por mergulhadores.
(<http://www.mindfully.org/Plastic/Ocean/Honolulu-Cleanup22nov02.htm>). Foto: National Marine Fisheries Service.
- Figura 6 – Espécies ameaçadas por redes de pesca e entulhos.
(<http://myfwc.com/mrrp/photogallery/entanglement.htm>)
- Figura 7 – Impactos ambientais e sociais percebidos: crianças recolhem resíduos no Porto da Baía de Manila, Filipinas. (<http://marine-litter.gpa.unep.org/courtesy.htm>).
- Figura 8 – Impactos ambientais percebidos: danos à fauna.
(http://myfwc.com/mrrp/images2/team/turtleflipper_turtletime.JPG).
- Figura 9 – Lídia, índia guarani, adapta a falta de pigmentos naturais através da utilização de anilina industrializada na confecção de artefatos. Paratimirim. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 10 - Utilização de anilina industrializada. Paratimirim. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 11 - O quintal: o local onde Lídia realiza o tingimento das fibras para cestaria. Paratimirim. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 12 – Impactos sociais percebidos: acidentes na máquina de desfibramento do sisal, a “periquita”. Atualmente já é possível encontrar adaptações nestas máquinas, evitando acidentes.
(<http://users.skydome.net/egphotos/SI024.htm>). Foto: Emílio Gomes.
- Figura 13 – Impactos sociais percebidos: trabalho infantil na produção de sisal.
(<http://www.tvcultura.com.br/caminhos/11sisal/sisal2.htm>). Foto: Valdir Rodrigues.
- Figura 14 – Fibras de amianto ao microscópio eletrônico. <http://www.abrea.com.br/02amianto.htm>).
- Figura 15 – D. Madalena ensina cestaria à sua comunidade a seu próprio “modo”.
RIBAS e RIBAS, 1983/84: 32.
- Figura 16 – Ilha de totora amarela. A totora amarela é uma espécie de junco, esponjosa e mais apropriada à confecção das casas e barcos que a totora verde. Lago Titicaca, Bolívia/ Peru.
(http://www.arqueologiamericana.com.br/titicaca/diario/diario_02.htm).
- Figura 17 – A fibra de totora amarela é parte integrante das comunidades do lago Titicaca. Um barco de totora amarela pode chegar a durar cerca de 1 ano na água. Foto: Cláudia e João.
(<http://www.cwb.matrix.com.br/sensus/Bolivia-Peru.htm>).
- Figura 18 – A totora amarela é mais apropriada à confecção das casas e barcos que a totora verde.
(http://www.arqueologiamericana.com.br/titicaca/diario/diario_02.htm).
- Figura 19 – Prensas de mandioca. Paraty. RIBAS e RIBAS: 1883/84: 30.
- Figura 20 – Tipiti kayapó, o tipiti de torção, possui a forma de saco de palha entrançada. Há tribos que utilizam esteiras planas para prensa manual. Foto:FERNANDES: 1964: 27.

- Figura 21 – Tipiti-ceira, antes do uso. No caso das ceiras portuguesas, são trançadas de forma circular para a extração do azeite. Foto: FERNANDES: 1964: 23.
- Figura 22 – Tipiti-ceira, após o uso. FERNANDES: 1964: 23.
- Figura 23 – Tipiti-cilíndrico, antes e durante o uso. O tipiti dos tupinambás e de outras tribos tupis-guaranis têm forma cilíndrica. Foto: FERNANDES: 1964: 15.
- Figura 24 – Energia humana empregada por intermédio de alavanca. FERNANDES, 1964: 10.
- Figura 25 – Colheita do capim-dourado (TO). Foto: Rui Faquini.
(http://www.faquini.com.br/catalogos/agronegocio/pages/0409_0230_p.htm).
- Figura 26 – Capim-dourado, família da sempre-viva. (http://www.brasiloste.com.br/fotos_galerias/248.jpg)
Foto: Fernando Zarur.
- Figura 27 – Artesanato feito com capim-dourado, planta nativa do cerrado.
Foto de Tharson Lopes. (http://www.rfi.fr/actubr/images/068/tocantins_vasos220.jpg).
- Figura 28 – Coleção Mãe da Mata utiliza a fibra de tururi de forma sustentável na moda. Foto: Viviane Gaspar Ribas e Maria Izabel B. Miranda (arquivo pessoal).
- Figura 29 – Fibra de Tururi.
(<http://www.illustratedgarden.org/mobot/rarebooks/page.asp?relation=QK495F21M34182350V2&identifier=0378>).
- Figura 30 – Algodão Giza, vista longitudinal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:89.
- Figura 31 – Algodão Giza, seção transversal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:89.
- Figura 32 – Cânhamo, seção transversal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:88.
- Figura 33 – Juta, seção transversal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:88.
- Figura 34 – Sisal, seção transversal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:91.
- Figura 35 – Linho, vista transversal, 1440 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:87.
- Figura 36 – Lã churra (Portugal), vista longitudinal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:81.
- Figura 37 – Lã Churra (Portugal), seção transversal, 640 ampliações. Notar a grande medula. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:81.
- Figura 38 – Seda, vista longitudinal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:85.
- Figura 39 – Seda, seção transversal, 640 ampliações. ARAÚJO e MELO E CASTRO, 1986:85.
- Figura 40 – Preparação para obtenção da fibra de bananeira. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 41 – Desfibramento de fibra de bananeira. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 42 – Palha de fibra de bananeira. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 43 – Devastação: buriti queimado.
(<http://www.eco.tur.br/ecoguias/jalapao/fotos/problemas/buriti queimado.jpg>).
- Figura 44 – Destruição de campo úmido: solo compactado.
(<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.eco.tur.br/ecoguias/jalapao/fotos/problemas/soloco mpactado.jpg>).
- Figura 45 – Indígena desfibrando buriti para confecção de artefatos. RIBEIRO, 1988:Prancha V.
- Figura 46 – Indígena fiando buriti. RIBEIRO, 1988:Prancha V.
- Figura 47 – Confecção de papel artesanal. A polpa de fibras em suspensão em meio líquido secam ao ar livre, Magdi, Nepal. THACKERAY, 1997: 7.
- Figura 48 – Método oriental, utilizando esteiras de bambu e posterior prensagem. THACKERAY, 1997: 14.
- Figura 49 – Vespas polistes: mastigação de madeira para a produção de ninhos de “papel”. Observações de Ferchault induziram à produção de papel a partir da polpa de madeira. Foto:
(<http://www.hiltonpond.org/ThisWeek040708.html>). Bill Hilton Jr.
- Figura 50 – *Hymenoptera Vespidae*. Ninho para abrigar a prole e seda para vedar as células de matéria semelhante ao papel. Foto: Elmar Billig.
(<http://www.hornissenschutz.de/drbillig2/wespstad.jpg>).
- Figura 51 – Ninho de *Polistes annularis*. Notar os ovos nas células. Foto: Bill Hilton Jr.
(<http://www.hiltonpond.org/ThisWeek040708.html>).

- Figura 52 – Máquina Fourdrinier (1905). Cópia (1905) em atividade do protótipo (1803) construído pelos irmãos Fourdrinier. THACKERAY, 1997: 10.
- Figura 53 – Estrutura da fibra de lã. EVERS, 1987: 8.
- Figura 54 – Reciclagem de papel em escala. THACKERAY, 1997: 23.
- Figura 55 – Material laminado: lâminas empilhadas dispostas em direções diferentes. HORROCKS e ANAND, 2000:268.
- Figura 56 – Vale da Ribeira: utilização de resíduos da bananicultura na confecção de fios e palha para artefatos. Na região também são confeccionados painéis laminados com resíduos de fibras de bananeira. Foto: Izabel Leão. (http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2000/jusp514/manchet/rep_res/rep_int/especial1.html).
- Figura 57 – Desenho de um laminador, Leonardo Da Vinci. ZÖLLNER e NATHAN, 2005:184.
- Figura 58 – Fusos indígenas. RIBEIRO, 1988: Prancha V.
- Figura 59 – Fiando com fuso. LEROI-GOURHAN, 1984:187.
- Figura 60 – Fusos diversos. BROWN, 2002: 228.
- Figura 61 – Aperfeiçoamento do fuso por Leonardo Da Vinci. BROWN, 2002:233.
- Figura 62 – Aperfeiçoamento do fuso, por Jürgen. BROWN, 2002: 233.
- Figura 63 – Cabo de massa. FONSECA, 1960: 311.
- Figura 64 – Cabo com três cordas de torção “S”. RIBEIRO, 1988: 104.
- Figura 65 – Aparelho de manivela com diferentes manípulos: três controlam a torção e um, a rotação. LEROI-GOURHAN, 1984: 190.
- Figura 66 – Tear de tranças ocas. LEROI-GOURHAN, 1984: 191.
- Figura 67 – Seqüência para confecção de cadarço. SAHASHI, 1988: 59.
- Figura 68 – Seqüência para confecção de cadarço. SAHASHI, 1988: 61.
- Figura 69 – Seqüência para confecção de cadarço. SAHASHI, 1988: 61.
- Figura 70 – Seqüência para confecção de cadarço. SAHASHI, 1988: 61.
- Figura 71 – Roda para fabricação de cordas. LEROI-GOURHAN, 1984:189.
- Figura 72 – “Warp-twining”: hastes torcidas. EMERY, 1994:197.
- Figura 73 – Hastes torcidas: três elementos atuam como hastes: cada um dos elementos que compõem as hastes sobrepõe os montantes em progressão. EMERY, 1994:199.
- Figura 74 – Cestaria de hastes cordadas (torcidas): mantém os montantes rígidos a distâncias constantes ou reúne montantes flexíveis; as hastes são torcidas e bem espaçadas. LEROI-GOURHAN, 1984:201.
- Figura 75 – Espiral de camadas sobrepostas. Duas camadas cruzadas sem entrelaçamento, mas sim sobrepostas, são reunidas por um terceiro elemento. LEROI-GOURHAN, 1984:198.
- Figura 76 – Cestaria de haste espiralada: elemento móvel roda em espiral sobre os elementos fixos. LEROI-GOURHAN, 1984:198.
- Figura 77 – Espiral de hastes cordadas. LEROI-GOURHAN, 1984:201.
- Figura 78 – Espiral de hastes tecidas. LEROI-GOURHAN, 1984:201.
- Figura 79 – Técnica de acoplamento (*linking*). EMERY, 1994:53. O acoplamento forma uma conexão elástica por meio de fio contínuo de extensão ilimitada e um tear (dispositivo de sustentação). Definição de RIBEIRO (1988:89-90).
- Figura 80 – Construção de rede indígena por acoplamento. RIBEIRO, 1988:100.
- Figura 81 – Bordado nas mangas de vestuário encontrado em Skrydstrup na Borum Eshøj. Detalhe. Idade do Bronze. Fotos: Museu Nacional, Copenhagen. BOUCHER (1987:21).
- Figura 82 – O artesanato da renda localiza-se nas proximidades costeiras e ribeirinhas. SANTANA, 2002: 144.
- Figura 83 – Rendeira confecciona telas que serão utilizadas na pesca. FUNARTE (1986:72).
- Figura 84 – Artesã utiliza navete na confecção de rede ou malha para renda filé. FUNARTE (1986:42).
- Figura 85 – Renda de bilro: marcação dos desenhos. SANTANA, 2002: 166.
- Figura 86 – Renda de bilro: marcação dos desenhos. SANTANA, 2002: 167.
- Figura 87 – Labirinto de Beribéri. SANTANA, 2002: 154.
- Figura 88 – Labirinto de Beribéri. SANTANA, 2002: 155.

Figura 89 – Renda tenerife: tecimento radial com fixação em pinos.

A renda tenerife, semelhante à renda nhanduti, aparentemente foi originada nas Ilhas Canárias. Pinos são inseridos em um bloco de madeira, raios são construídos e tecidos posteriormente com o auxílio de uma agulha. LACEMAKING CENTRAL. (<http://www.lace.lacefair.com/>).

Figura 90 – “Polka Spider”: grande similaridade à renda nhanduti (ñanduti) e à renda tenerife. LACEMAKING CENTRAL. (<http://www.lace.lacefair.com/>).

Figura 91 – “Em los prados”, Bad Soden Del Taurus, 1990-1993. Vista do pátio. Hundertwasser. RESTANY, 2003:52.

Figura 92 – “As cinco peles” de Hundertwasser. RESTANY, 2003:15.

Figura 93 – Centro Twrmal de Blumau, 1993-1997. RESTANY, 2003:54.

Figura 94 – Casa Hundertwasser, Viena, 1983-1986. RESTANY, 2003:47.

Figura 95 – “Kellum's grip”. Cordas de arame trançadas. Modelo semelhante ao tipiti. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).

Figura 96 – *Diagonal Double Cross*, 1971. Bambu preto e corda de nylon. 51.5 X 51.5 X 2 cm. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).

Figura 97 – “Circlespheres” e suas matrizes de estruturas espaciais: aqui os espaços entre os círculos são polígonos côncavos: triângulos, quadrados, pentágonos ou hexágonos. Kenneth Snelson. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).

Figura 98 – Membranas estruturais de células endotélicas humanas. As conexões dos filamentos encontrados nas estruturas triangulares assemelham-se a domus geodésicos, um exemplo de tensegrity. (http://spaceresearch.nasa.gov/general_info/19jun_cytoskeletons.html).

Figura 99 – Domus, Buckminster Fuller. <http://bfi.org/node/433>.

Figura 100 – Domus de cartão, Buckminster Fuller. (<http://bfi.org/node/234>).

Figura 101 – Instituto Leichtbau, Frei Otto. Stuttgart, Alemanha, 1967-1993. BAHAMÓN, 2004:11.

Figura 102 – Laboratório de Investigação, projeto de Samyn and Partners. Laboratório de investigação de indústria química. Forma da estrutura têxtil ovalada, em um só volume, com membrana translúcida e espelho d'água circundante por razões de segurança. Venafro, Itália, 1999. BAHAMÓN, 2004:26.

Figura 103 – Tenda tuaregue. Mastros externos formam pórtico e libertam o espaço interno. Niamey. BAHAMÓN, 2004:17.

Figura 104 – Tenda beduína: sistema estrutural com mastros de madeira interiores e cabos atados a pesadas rochas em função dos fortes ventos. Jerusalém/ Jericó, Israel. BAHAMÓN, 2004:33.

Figura 105 – Elementos de vedação da fachada de arranha-céu em Osaka, Japão. Painéis pré-fabricados compostos por membranas e infra-estruturas triangulares. Arquiteto: Keizo Sataka. Cliente: Morique Building Co. SCHOCK, 1997:69.

Figura 106 – Exemplos de Design Geodésico na Natureza. Synergetics 203.09. FÜLLER, 1982:25.

Figura 107 – Vespa polistes: seda para fechamento das células dos ninhos.

Figura 108 – Formigas tecelãs: formam pontes, subindo umas sobre as outras. (<http://super.canard.wc.free.fr/fourmilere/images/Especies/Oecophylla/apercu/tiss1.jpg>).

Figura 109 – Formigas tecelãs: pressionam suas larvas como bisnagas, expelindo a “seda” como adesivo. (http://www.museum.vic.gov.au/bugs/images/resources/MN014730_554.jpg).

Figura 110 – Lesmas *Limax maximus*: corda de muco no primeiro estágio do acasalamento. ([http://www.buglife.org.uk/images/photos-per-page/bbc_undergrowth/bbc_invasion_of_the_land/limax-maximus-2-\(c\)-Dragisa.jpg](http://www.buglife.org.uk/images/photos-per-page/bbc_undergrowth/bbc_invasion_of_the_land/limax-maximus-2-(c)-Dragisa.jpg)).

Figura 111 – Glândula produtora de seda em aranha. Produção de fio por aranha. DE VASCONCELOS (2000:159).

Figura 112 – Fiandeira em equipamento industrial têxtil. Produção de fio pela indústria têxtil. DE VASCONCELOS (2000:159).

Figura 113 – *Arachnocampa luminosa*: seda com gotículas adesivas.

([http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.photography.org.nz/gallery/natex/natHist_silverPrint2.jpg&imgrefurl=http://www.photography.org.nz/natex.htm&h=201&w=283&sz=49&hl=pt-](http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.photography.org.nz/gallery/natex/natHist_silverPrint2.jpg&imgrefurl=http://www.photography.org.nz/natex.htm&h=201&w=283&sz=49&hl=pt-BR&start=4&tbnid=_Nb-)

BR&start=4&tbnid=_Nb-

SZBXkP0BNM:&tbnh=78&tbnw=110&prev=/images%3Fq%3DArachnocampa%2Bluminosa%26ndsp%3D20%26svnum%3D10%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D%26sa%3DN).

- Figura 114 – *Arachnocampa luminosa*: centenas de fios luminosos formam cortinas. (<http://www.bamjam.net/NewZealand/images/waitomo01.jpg>).
- Figura 115 – *Arachnocampa luminosa*: momento da captura de uma presa. (<http://www.glowworm.co.nz/gallery/images/sm-photo11.jpg>).
- Figura 116 – Armadilha de aranha-de-alçapão. (<http://www.usq.edu.au/spider/info/images/LycosidTrapdoor.jpg>).
- Figura 117 – *Nephila*: teia orbital. *Nephila senegalensis*. Foto: Samuel Zschokke. (<http://www.conservation.unibas.ch/team/zschokke/pics/nephilaweb.gif>).
- Figura 118 – *Hyptiotes paradoxus*: teia triangular. Foto: Samuel Zschokke. (<http://www.conservation.unibas.ch/team/zschokke/index.html>).
- Figura 119 – Teia retangular da aranha *Deinopis subrufa*. Foto: (http://www.geocities.com/brisbane_weavers/images/Deinop1.jpg).
- Figura 120 – *Lycosa* sp. O ninho construído para abrigar os ovos é carregado no dorso. (<http://www.naturefg.com/images/c-animals/lycosa1.jpg>). Foto: Dragiša Savić.
- Figura 121 – Aranha boleadeira: fio resistente com gotícula pegajosa. (<http://www.scb.org.br/inspiracao/naturezaviva/imagens/23-1-b-aranhacara-de-ogro.jpg>).
- Figura 122 – Confecção de covó. RIBAS e RIBAS, 1983/84: 26.
- Figura 123 – Capa de chuva de fibras. LEROI-GOURHAN, 1984:173.
- Figura 124 – Balde de fibras. LEROI-GOURHAN, 1984:90.
- Figura 125 – Cruzamento de filamentos com identificação de eixos em movimento de hélice. Kenneth Snelson. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).
- Figura 126 – Tela. Kenneth Snelson. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).
- Figura 127 – Semelhança entre trançado hexagonal reticular (RIBEIRO, 1988:67), quadriculado de três elementos (LEROI-GOURHAN, 1984:198 e 200) e cestaria de três direções, “three-way weave”, Kenneth Snelson. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).
- Figura 128 – Relação entre conexões tensegrety e cestaria. Kenneth Snelson. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).
- Figura 129 – Bola de *raftan* em cestaria, com células de contornos triangulares, pentagonais e hexagonais, Tailândia. Kenneth Snelson. (<http://www.kennethsnelson.net/icons/struc.htm>).
- Figura 130 – Ninho de formiga carpinteira com larva e pupa (*Camponotus* spp.). Constroem seus ninhos escavando túneis em orifícios preexistentes na madeira. Foto: Terry Thormin. (<http://www.royalalbertamuseum.ca/natural/insects/bugsfaq/pics/img0002.jpg>).
- Figura 131 – Formiga carpinteira: local do ninho. Semelhante às construções vernáculas. Foto: R. Werner, USDA Forest Service. (<http://www.forestryimages.org/images/384x256/0805067.jpg>).
- Figura 132 – Notar a posição do ovo na célula. (<http://www.ivyhall.district96.k12.il.us/4th/kkhp/1insects/bugpix/3waspsmINVel.JPEG>).
- Figura 133 – Eumenes. – Ninho de vespa poteira. Foto: Lynette Schimming. (<http://bugguide.net/images/raw/2R0H6RLHGRRH0R9L0RELFLOZ5RTL0ZOL6RVL4RDL0ZRHMZTLGRSH7RELQZVL4RRHQZQHSZTSLZAL.jpg>).
- Figura 134 – Ponte suspensa de cipó. (<http://www.cotedivoire.org.br/img/yacouba1.jpg>).
- Figura 135 – Cipó: crescimento em movimento helicoidal, em busca de luz. (http://natureproducts.net/Forest_Products/Cutflowers/Liana%201.jpg).
- Figura 136 – Crescimento em torno de suporte: garantia de sustentação. (<http://www.treemail.nl/kronendak/visscher/assets/photographs/photo%20lianas%20L/yana-ayahuasca-1.jpg>).
- Figura 137 – Corda natural de liana, à esquerda, e corda artificial confeccionada pelo homem, à direita: grande semelhança. Foto: Hingston, R.W.G. Major/NGS Image Collection. DE VASCONCELOS (2000:283).
- Figura 138 – Cabo de arame descochado, mostrando a madre de linho. FONSECA, 1960:333.
- Figura 139 – Cipós como vias de acesso para a fauna. (<http://www.ecologia.info/best-coati.jpg>).
- Figura 140 – Estudos de superfície mínima. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielstzejn.

- Figura 141 – Investigações preliminares. Materiais em infra-estrutura pentagonal. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 142 – Investigações preliminares. Tecimentos em infra-estrutura pentagonal. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 143 – Tecimento de rede pantográfica em bastidor retangular. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 144 – Investigação da disposição de feixes de fibras de juta: as fibras de juta são naturalmente organizadas. Aqui, os feixes de fibras são dispostos lado a lado. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 145 – Investigação de tecimento radial em bastidor circular para construção de cone planejado. Utilização de técnicas de confecção da renda nhanduti. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 146 – Investigação de tecimento radial em bastidor circular para construção de cone planejado. Utilização de técnicas de confecção da renda nhanduti. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 147 – Investigação de tecimento radial em bastidor circular para construção de cone planejado: detalhe. Utilização de técnicas de confecção da renda nhanduti. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 148 – Preparação para confecção de manta com camadas sobrepostas. Investigações para construção de cone planejado e disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Utilização de técnica de bordado. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 149 – Arremate. Inserção dos fios cortados da área central da tela. Utilização de técnica de bordado. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 150 – Detalhe do arremate. Fios inseridos na trama da tela. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Utilização de técnica de bordado. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 151 – Disposição radial de feixes de fibras para fixação dos feixes subseqüentes. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Utilização de técnica de bordado. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 152 – Manta bordada: reforço nos pontos submetidos a maiores esforços. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Utilização de técnica de bordado. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 153 – Manta bordada: feixes de fibras em vez de fios torcidos. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Utilização de técnica de bordado. Modelo experimental. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 154 – Nova seqüência: investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Modelagem bordada de superfície cônica – Modelo de concepção e detalhe. LILD. Fotos: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 155 – Nova seqüência: simplificação dos procedimentos, reforço das linhas de resistência da forma e menor acúmulo de matéria em pontos desnecessários. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Modelagem bordada de superfície cônica – Modelo de concepção e detalhe. LILD. Fotos: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 156 – Nova seqüência: investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Modelagem bordada de superfície cônica – Modelo de concepção e detalhe. LILD. Fotos: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 157 – Nova seqüência: bordado acompanha as linhas de resistência da forma. Investigação da disposição e fixação dos feixes de fibras de juta sobre tecido de juta (tela). Modelagem bordada de superfície cônica – Modelo de concepção e detalhe. LILD. Fotos: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 158 – Verificação das deformações de uma rede de trama ortogonal em superfície esférica - Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 159 – Disposição de pontos de fixação para as redes de trama ortogonal. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.

- Figura 160 – Sobreposição de redes de trama ortogonal. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 161 – Investigação de seqüências de tecimento sobre tear triangular. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 162 – Investigação de seqüências de tecimento sobre tear triangular: disposição aleatória de fios. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 163 – Investigação da elasticidade de malha pantográfica. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 164 – Disposição do urdimento em função das linhas de resistência da forma. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 165 – Detalhe de manta com disposição aleatória dos fios. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 166 – Módulos triangulares acoplados: utilização de tear triangular. Modelo experimental realizado pelos alunos de graduação do Departamento de Artes e Design durante monitoria da autora. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 167 – Urdimentos de rede indígena. RIBEIRO, 1988:110.
- Figura 168 – Filtro de sonhos, mandala de cura de origem nativa norte-americana: o filtro dos sonhos faz parte da medicina xamânica. (<http://www.fotopt.net/foto.asp?foto=90518&primeira=&tema=-1&tipo=autor&id=3270&num=3>).
- Figura 169 – Rede para cobertura de domus geodésico de bambu *tensegrety*. Escala real. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 170 – Rede para cobertura de domus geodésico de bambu *tensegrety*. Escala real. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 171 – Rede construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama de bambu *tensegrety*. Escala real. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 172 – Rede construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama de bambu *tensegrety*. Trama construída a partir de “filtro de sonhos” para a transmissão de esforços aos elementos da estrutura *tensegrety*. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 173 – Rede construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama de bambu *tensegrety*. Verificação da trama construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama formada por domus geodésico *tensegrety*. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 174 – Rede construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama de bambu *tensegrety*. Verificação da trama construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama formada por domus *tensegrety* geodésico. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 175 – Rede construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama de bambu *tensegrety*. Verificação da trama construída a partir de “filtro de sonhos” sobre trama formada por domus *tensegrety* geodésico. Modelo experimental. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 176 – “Filtro de sonhos” aplicados à Arquitetura & Design. Disposição de flutuadores sob rede confeccionada a partir de “filtro de sonhos” para construções em meio fluido. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 177– Relação dimensional “homem-tear” para aplicação dos Sistemas Modulares Têxteis em objetos arquitetônicos. As dimensões dos teares variam em função de sua aplicação, assim como as relações durante o processo de confecção (ambiente, equipamentos e meios). Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 178 – Rede para cobertura de domus geodésico de bambu *tensegrety* construído no LILD. Escala real. LILD. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 179 – Oscar Hidalgo-López. Foto: Beatriz Finkielsztejn.
- Figura 180 – Domus: tecnologia em bambu desenvolvida na Índia gerou o Taj-Mahal. HIDALGO-LÓPES, 2003:415.
- Figura 181 – Domus: tecnologia em bambu desenvolvida na Índia gerou o Taj-Mahal. HIDALGO-LÓPES, 2003:415.

Figura 182 – Cúpula em templo em Pagan, Birmânia. HIDALGO-LÓPES, 2003:297.

Figura 183 – Ponte suspensa, Himalaia. HIDALGO-LÓPES, 2003:457.

Figura 184 - Maior ponte suspensa construída com bambu: 240m de cabos de bambu sobre o rio Min-chiang em Kwan Hsien County, China. HIDALGO-LÓPES, 2003:461.

Figura 185 – Museum of Simple Technology, Ana University campus, madras, Índia. HIDALGO-LÓPES, 2003:318.

Figura 186 - Bamboo, The gift of the gods. HIDALGO-LÓPES, 2003.

Figura 187 - Programa de habitação, Equador. HIDALGO-LÓPES, 2003:266.

Figura 188 – Antes do projeto, os tanques de armazenamento de água localizavam-se na frente das casas. Posteriormente foram colocados embaixo das pias do banheiro e cozinha, do lado externo das casas. HIDALGO-LÓPES, 2003:265-266.

Figura 189 – Antes do projeto, os tanques de armazenamento de água localizavam-se na frente das casas. Posteriormente foram colocados embaixo das pias do banheiro e cozinha, do lado externo das casas. HIDALGO-LÓPES, 2003:265-266.

Figura 190 – Andaime de bambu em Hong Kong, equivalente ao 78º andar do Central Plaza. HIDALGO-LÓPES, 2003:292.

Figura 191 – Por séculos o ofício de erigir andaimes foi passado de geração a geração. Fitas de bambu são utilizadas nas amarrações dos bambus. HIDALGO-LÓPES, 2003:293.

Figura 192 – Por séculos o ofício de erigir andaimes foi passado de geração a geração. Fitas de bambu são utilizadas nas amarrações dos bambus. HIDALGO-LÓPES, 2003:293.

Ilustração 1 – Ambiente ecológico classificado por níveis verticais. Desenho: Beatriz Finkielsztejn baseado em POSEY, 1987:19-21.

Ilustração 2 – Estudo de entrelaçamento: desenho esquemático de cone para realização de modelos. Desenho: Beatriz Finkielsztejn.

Ilustração 3 – Estudo de entrelaçamento: disposição dos feixes de fibras de forma contínua. Desenho: Beatriz Finkielsztejn.

Ilustração 4 – Estudo de entrelaçamento: feixes de fibras acompanham as linhas de resistência da forma. Desenho: Beatriz Finkielsztejn.

Ilustração 5 – Estudo de entrelaçamento em infra-estrutura espiralada. Desenho: Beatriz Finkielsztejn.

“O conhecimento do conhecimento obriga. Obriga-nos a assumir uma atitude de permanente vigília contra a tentação da certeza, a reconhecer que nossas certezas não são provas da verdade, como se o mundo que cada um vê fosse o mundo e não um mundo que construímos juntamente com os outros. Ele nos obriga porque ao saber que sabemos não podemos negar que sabemos (...). Em geral, ignoramos ou fingimos desconhecer isso, para evitar a responsabilidade que nos cabe em todos os nossos atos cotidianos, já que todos estes - sem exceção - contribuem para formar o mundo em que existimos e que validamos precisamente por meio deles, num processo que configura o nosso porvir. Cegos diante dessa transcendência de nossos atos, pretendemos que o mundo tenha um devir independente de nós, que justifique nossa irresponsabilidade por eles. Confundimos a imagem que buscamos projetar, o papel que representamos, com o ser que verdadeiramente construímos no nosso viver cotidiano.”

*MATURANA e VARELA, A árvore do conhecimento,
2004:267-271.*