3. A Pesquisa

Em setembro de 2008, em visita ao LILD, perguntei ao professor Ripper sobre a possibilidade de conseguir um espaço onde pudesse construir um projeto que comprara enquanto ainda morava na Nova Zelândia, o Navigator, o barco "mais bonito do mundo", projeto do neozelandês John Welsfold. A construção com métodos convencionais envolvia a resina epóxi e demandava o uso de todos os equipamentos de proteção possíveis, além de antecipar problemas alérgicos que teria que passar, mas ao final, estaria com meu barco.

Figura 3 – O Navigator, projeto do neozelandês John Welsfold.

Ripper não gostou da idéia, me contou sobre o valor do espaço (físico) do laboratório para a Universidade questionando-me quais as razões que justificariam a cessão de um espaço para alguém de fora não envolvido com pesquisas da Universidade. Ao olhar em volta me deparei com pessoas conhecidas, colegas de graduação e até um amigo da família. De fora? Me senti em casa. A conversa rapidamente enveredou para o lado dos materais, Ripper interessado em minha experiência com os barcos e eu nas suas novas resinas. Conversamos por um par de horas naquele anoitecer. Se já conhecia a resina da mamona através do Claudio Bambu, na época um dos sócios da Fibra Design, empresa focada em produtos sustentáveis. Foi ali, com Ripper, a primeira vez que vislumbrei seu uso na construção naval.

Saí de lá com um tema de mestrado. E mais que isso, com um projeto de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

vida. Construir sem epóxi foi para mim, durante alguns anos, um sonho. Poderia, a partir daquele momento, com todo o suporte da Universidade e experiência do laboratório, desenvolver uma alternativa viável.

Como é característico no LILD e nos trabalhos sob a orientação de Ripper, e como também era minha motivação quando procurei o laboratório, o projeto se configurou a partir do estudo da materialidade, da construção. O material não seria analisado somente por sua resistência normativa, mas principalmente por suas potencialidades construtivas. Não é um estudo de materiais, mas sim um estudo da técnica de se trabalhar com estes materiais. O objeto a ser construído não era em si o objeto do estudo, e sim sua consequência. O verdadeiro estudo é sobre a construção, a técnica. O barco só validaria o processo construtivo.

Buscamos, então, antes de tudo, definir o que queríamos (nós do LILD) desta técnica construtiva. Silva em uma investigação sobre as técnicas utilizadas no LILD coloca:

> A técnica nasce daquilo que um povo ou pessoa deseja ser. Trata-se de um desejo pré-técnico, que está na base de toda invenção – primeiro, o homem deve saber o que quer se tornar. Em nome desse desejo, é desenvolvida a técnica. Assim, a origem da técnica reside no desejo humano de construir um projeto de vida que lhe trará o bem estar. (SILVA, 2011)

Qual nosso desejo? O que queremos nos tornar? Qual nosso projeto de vida?

A técnica, nos dias de hoje, está normalmente a serviço do bem-estar de poucos (os donos das técnicas) ao custo do mal-estar de muitos (os que executam a técnica). Sua eficiência é medida pelos lucros que proporciona aos que a projetam e a detém, sua consequência é a reprodução do modelo de desenvolvimento que a criou.

Buscamos uma técnica diferente, inclusiva, emancipatória, adaptada à nossa realidade e fruto do nosso entendimento de bem estar. E se intoxicar 40 horas por semana, definitivamente, não é nossa noção de bem estar! Queremos aumentar as alternativas, buscar outros caminhos e criar novos espaços.

Barcos são produzidos há milênios pela humanidade, sua forma, materiais e processos construtivos são decorrência de seu uso, da geografia, das técnicas disponíveis, além dos aspectos culturais e simbólicos dos povos que os constroem. Podemos citar alguns exemplos de modelos pré-industriais: os cavalos de totora, produzidos de junco na costa da América do Sul, os caiaques *skin-on-frame* dos esquimós do Estreito de Behring, as canoas-de-um-pau-só (*dougout canoes*), con-

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

struídas de um único tronco de árvore, dos indígenas da América do Sul e os veleiros multicascos (também *dougout*) da Polinésia e Micronésia, responsáveis pelo povoamento do Pacífico, sendo os primeiros veleiros de cruzeiro da humanidade.

Com o advento da revolução industrial e a popularização de materiais estandarizados, como tábuas e chapas de aço, a construção naval reviu seus métodos e criou novos modelos de barcos (formas) e processos construtivos (técnicas). A Segunda Guerra Mundial alavancou o desenvolvimento dos materiais compósitos trazendo-nos às técnicas modernas em atualmente em uso. Assim como na sociedade em geral, a história da indústria naval é a da universalização da técnica. Se na origem cada barco, e consequentemente seu processo construtivo, estavam intrinsecamente ligados às tradições e aos locais, agora a produção é globalizada e as técnicas usadas pela indústria ao redor do mundo são basicamente as mesmas. Dois modelos de produção dominam a indústria naval atualmente: *one-off* [1] e *production boats*[2].

Escolhemos trabalhar com a construção *one-off* por termos mais autonomia para introduzir mudanças do que nos *production boats* (barcos moldados). Não

[1] Modelo de produção onde cada barco é único, não utiliza moldes, o barco é construído sobre anteparas (*frames*) dispostas em intervalos regulares num picadeiro (*strongback*). As anteparas podem ser um artefato construtivo ou parte estrutural do barco, nesse caso são chamadas de cavernas (*bulkheads*). É importante ressaltar que mesmo num modelo de *production boats* é preciso produzir um primeiro modelo em *one-off* para se tirar um molde. Este modelo pode ser só um *plug* macho para fabricação do molde ou um casco completamente funcional. No modelo *one-off*, embora seja possível produzir barcos idênticos, cada barco é usualmente produzido de acordo com as expectativas do cliente. Trabalha-se normalmente com os compostos madeira/epóxi (*strip planking*, *plywood planking*) ou em sanduíche de espuma de PVC expandido/fibra de vidro/poliéster. Em barcos *high-end* utiliza-se materiais e técnicas avançados como fibra de carbono e aramida, e infusão a vácuo e *vaccum bagging*.

[2] Barcos moldados normalmente construídos em fibra de vidro e poliéster. É uma linha de produção, os barcos são idênticos. Embora represente um menor custo de produção, este modelo produz barcos normalmente mais pesados e de pior desempenho que um mesmo modelo *one-off*.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

precisamos de um molde e pudemos acompanhar os erros e acertos ao longo de cada etapa. A construção de cada elemento foi um experimento próprio gerando novos dados para o fluxo da construção. Num barco moldado teríamos que esperar todas as etapas para ter alguma resposta sobre o trabalho na primeira. Optamos por fechar um recorte, diminuindo os custo e os riscos (tornando viável), mas, acima de tudo, aumentando nossa liberdade de intervenção: afinal, tínhamos a infra-estrura, a expertise e a devida curiosidade.

Na construção *one-off* a técnica é o homem, o trabalhador detém o domínio da técnica de construção (se aproximando de um artesão). A transmissão da técnica se dá horizontalmente, no dia a dia de trabalho, normalmente num regime de mestre e aprendiz, facilitando a disseminação das técnicas e sua acessabiliade. Traz ainda a possibilidade de autonomia no domínio dos meios de produção, afinal, o investimento para se começar um pequeno estaleiro é baixo (NASSEH, 2000).

Já nos estaleiros que produzem barcos em série, o trabalhador normalmente é especializado em uma etapa do processo, repetindo a ação dia após dia. É um operário que pode ser substituído sem muito prejuízo para a produção. A transmissão do conhecimento é verticalizada, compartimentada, normatizada e condicionante, chama-se treinamento. Nós acreditamos no aprendizado!

E aqui, meu pensamento coaduna com o de Silva:

> Não há apenas uma possibilidade que será repetida continuamente, mas há uma infinidade de possibilidades. Se quisermos trabalhar com um material, a cada vez que formos usá-lo, poderemos descobrir uma nova forma de uso, um potencial ainda não explorado. Ou cada vez que formos construir um objeto, podemos descobrir uma nova forma de construí-lo, novos materiais a serem usados, pois as possibilidades da natureza são infinitas. Desta forma, não reduziremos nossa técnica ao uso do material comprovadamente mais eficiente ou à forma de produção já estabelecida, mas exploraremos todos os potenciais. (SILVA, 2011)

Acredito no desenvolvimento de tecnologia nacional como instrumento para atingirmos o bem-estar social e nossa independência cultural e econômica, criando um novo espaço, estabelecendo novas práticas. E o design pode ser de grande valia neste processo segundo a opinião de Bonsiepe e Makki no livro ‘A tecnologia da Tecnologia’:

> Mudará o estado de dependência passando a interdependência, quando a industrialização nos países dependentes se fizer acompanhada pela inovação tecnológica e indústria local. (BONSIEPE, 1983)

E mais adiante:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

> É menos importante adquirir tecnologias sofisticadas de última hora que criar uma estrutura favorável à inovação tecnológica dentro de cada sociedade do Terceiro Mundo, pois somente a inovação é capaz de promover uma dinâmica social e econômica. (MAKKI, 1983)

> O desenho industrial terá aí algo a contribuir, pois é, por definição, uma atividade inovadora com forte inserção no sistema produtivo. Por isso - e não por fazer coisas supostamente bonitas - o desenho industrial tem relativa importância na Periferia. Fora disso continuar-se-á no estado de colonizado, embora não mais selvagem e analfabeto, mas industrializado e apresentando uma plataforma de produção anexa à do Centro. (MAKKI, 1983)

Compartilho o ponto de vista dos autores citados e atribuo à pesquisa acadêmica um papel importante nesse cenário de inovação.

Queríamos experimentar e inovar, mas não podíamos, no entanto, fugir de premissas básicas de qualquer empreitada na construção naval.

Primeiro, nossa técnica deveria ter a responsabilidade de construir uma embarcação confiável[3]. A busca nunca foi simplesmente pela performance final do barco ou pelo uso do material comprovadamente mais eficiente, como dito por Silva. Não buscamos a performance na água e sim no processo de trabalho. Ao barco na água, bastava ser confiável.

E segundo, tínhamos que construir com os mais altos padrões de qualidade possíveis, o que direcionou a escolha do projeto: para garantir tais padrões precisávamos de planos adequados às nossas possibiliades.

3.1. Primeiros Dias

A primeira etapa após minha chegada ao LILD foi a imersão no universo de materiais e possibilidades disponíveis. Logo encontrei diversos testes de laminação espalhados, com vários tipos de tecidos diferentes, uns com barro, outros com fibras, uns com informações preciosas, outros só com incógnitas.

Tínhamos também algumas amostras de resina que contatos do laboratório na indústria haviam nos fornecido. Parti direto para experimentação com estes

[3] A construção naval é um ramo da indústria de grande responsabilidade. Em um barco, por estar sobre a água e muitas vezes longe da terra e do socorro, qualquer acidente ou falha do produto pode colocar a vida dos ocupantes em risco.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

produtos. Iniciei a série de experimentos de maneira livre, buscando ganhar intimidade com as características de trabalho dos materiais e estabelecendo relações com os materiais e técnicas convencionais utilizados na construção naval, baseado na minha experiência profissional e na bibliografia.

EXPERIMENTAÇÃO LIVRE

Descrição: livre experimentação com diversas fibras naturais e resina de mamona disponíveis no LILD. 07/01/2009.

Materiais: morin de algdão, sisal, juta, pó de barro peneirado e resina de mamona Rescon 302 (Proquinor).

Objetivo: estabelcer o primeiro contatos com os materiais a serem utilizados na pesquisa, buscando entender suas potencialidades e fraquezas. Fazer analogias com os materias convencionais da construção naval.

Considerações: O manuseio do material mostrou-se basicamente o mesmo do que o das resinas convencionalmete usadas na construçao naval, as proporções de mistura dos componentes são mais próximas dos sistemas epóxi do que do poliéster. Houve considerável expansão em todas as amostras. A umidade, como fora advertido, é um grande desafio no trabalho com as resinas poliuretanas, mais ainda quando associadas à fibras naturais, materiais que normalmente retém mais humidade que as fibras sintéticas.

Figura 4 – Experimentação livre

Já estava em curso naquela época o processo de encapsulamento dos bambus que seriam usados na construção da cobertura do novo LILD, uma estrutura leve composta de tripés e quadripés de bambu que suportariam a lona vinílica tensionada. Eu fiquei encarregado de executar o encapsulamento destes bambus com a resina de mamona. Foi um momento de bastante trabalho e muito aprendizado, adquiri muita experiência com as resinas encapsulando bambus com diversos tecidos, cargas e pigmentos. Foi especialmente importante perceber e naturalizar como trabalhador a sensibilidade da resina às condições ambientais e aos elementos presentes nas cargas e tecidos/fibras de reforço. Embora Ripper e outros profissionais já houvessem me alertado sobre o efeito expansivo que a resina apresenta em contato com a umidade, foi importante entender na prática como se

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

dá este processo.

ENCAPSULANDO BAMBUS

Descrição: encapsulamento de bambu com tecido de gaze de algodão e resina de mamona.
Materiais: bambu, gaze de algodão, pigmento mineral e resina de mamona Imperveg UG 132 A
Objetivo: isolar o bambu da variabilidade climática e proteger de pragas.
Considerações: o trabalho serviu para ganhar experiência com a resina e conhecer a influência das cargas e tecidos de laminação no processo de trabalho e de cura da resina. Tivemos problemas com a ancoragem da laminação na superfície bambu. Os bambus continuaram a ser atacados por pragas.

Figura 5 – Encapsulando bambus.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

3.2. Painéis Sanduíche em *Vacuum Bagging*

Conversando com Ripper, pioneiro em fibra de vidro no Brasil, sobre técnicas avançadas de se trabalhar com materiais compósitos, ele logo se interessou pela laminação a vácuo. Achou que talvez a pressão aplicada à laminação pelo vácuo melhorasse a ancoragem da resina à superficie do bambu e contesse a expansão (pela pressão conferida e também pelo isolamento da área de trabalho que a bolsa de vácuo proporciona, mantendo a umidade do ambiente longe da resina). Foi nosso primeiro experimento no vácuo.

Este experimento abriu as portas para todo um ramo da pesquisa. Decidi direcionar o estudo para o desenvolvimento de painéis sanduíche lamindos a vácuo,

técnica muito utilizada na indústria naval e aeroespacial para reduzir o peso de embarcações e aeronaves. Como já havia trabalhado com painéis sanduíche de resina de poliéster/fibra de vidro/Divinycell na Silver Tiger Catamarans, na Nova Zelândia, e com laminação a vácuo no estaleiro Holos, achei que era um desafio interessante e que tínhamos as ferramentas para lidar com ele.

Conhecer a pesquisa de Règis Garcia foi outro fator decisivo na escolha pelo caminho dos painéis. O construtor naval francês construía um veleiro de regata com placas sanduíche de linho/balsa/epóxi com o apoio de grandes empresas do mercado. Régis, entretanto, se utiliza de técnicas complexas que necessitam de investimento em infraestrutura e materiais: trabalha com linho pré-impregnado com epóxi (*pre-preg*) laminado num recheio de madeira balsa. Tecidos pré-impregnados precisam da temperatura e pressão de um forno autoclave para atingir a cura da resina.

PAINÉIS DE LINHO - RÊGIS GARCIA

Descrição: painéis sanduíche de linho, epóxi e madeira balsa.
Materiais: linho pré-impregnado em epóxi e madeira balsa.
Considerações: projeto interessante, entretanto, a técnica complexa e custosa, não pode ser incorporada por pequenos e médios estaleiros.

Figura 6 – Règis Garcia e seus painéis.

Painéis sanduíche são uma estrutura onde duas cascas são laminadas nas faces de um material de recheio. Pode-se usar diversos materiais tanto para o recheio (*core*), como para as cascas, desde papel até fibra de carbono. Esse tipo de estrutura está mais próximo de nós do que podemos imaginar, povoando nosso cotidiano: portas, tampos de mesa, papel pluma, prancha de surf, são alguns exemplos de estruturas em sanduíche.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

PAINÉIS SANDUÍCHE

Descrição: primeiro experimento de laminação de painéis sanduíche na bolsa de vácuo

Materiais: morin, flanela e cânhamo de algodão, manta de bananeira, paineiro do coqueiro (laminação), divinicell (recheio) e resina Imperveg UG 132 A.

Objetivo: testar o comportamento de diferente tecidos e fibras naturais na laminação à vácuo buscando conter a expansão da resina.

Considerações: Os tecidos de algodão não atenderam bem ao objetivo, absorveram muita resina e expandiram mesmo no vácuo. A fibra do paineiro apresentou resultado excelente, absorvendo menos resina que os tecidos industriais e obtendo excelente ancoragem na espuma, utilizei a manta de bananeira como interface (no lugar da manta de fibra de vidro) numa analogia com as técnicas convencionais de construção.

Figura 7 – Primeiros painéis sanduíche no vácuo.

TESTES DE RESISTÊNCIA E ACABAMENTO

Descrição: experimentando acabamentos e testando a ancoragem da laminação ao recheio.

Materiais: resina Imperveg UG 132 A e pó de barro cru peneirado (acabamentos).

Objetivo: pesquisar as possibilidades de acabamento que a resina de mamona permite e testar a ancoragem da laminação ao recheio e a integridade do poliuretano.

Considerações: a resina de mamona não aceitou bem a carga de barro cru, mesmo em finas camadas houve expansão, como verniz, entretanto, funcionou bem. A ancoragem da laminação ao recheio de poliuretano expandido ficou excelente, como esperado, a fragilidade estrutural se encontra no poliuretano, não descola da ancoragem mas se desprende de si mesmo como podemos notar na pequena fenda que aparece junto ao laminado inferior no lado direito da quebra (foto à esquerda)

Figura 8 – Testes de acabamento e resistência.

Comecei experimentando com tecidos naturais (basicamente algodão) de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

diferentes gramaturas e tramas, além de algumas fibras naturais, para conhecer a viscosidade e as quantidades de resina necessárias para obter uma laminação eficiente, uma boa ancoragem e experimentar processos de acabamento.

Neste momento, graças à experiência com o encapsulamento dos bambus, já conhecia o indesejável potencial expansivo das resinas que trabalhávamos. Precisávamos evitar qualquer excesso de resina e minimizar o contato com a umidade e para isso, o vácuo e sua bolsa mostravam todo seu potencial.

SANDUÍCHE DE PAPEL

Descrição: painéis sanduíche de papel (saco de cimento e jornal).
Materiais: embalagem de cimento, jornal, papel colméia e resina de mamona Imperveg UG 132 A
Objetivo: pesquisar as propridades do papel como fibra de laminação com resina de mamona com recheio de papel comlméia.
Considerações: extremamente leve e rígido, bom isolamento acústico. A textura do recheio ficou bem marcada nas paredes de laminação por conta do vácuo. Interessante material para pesquisa em compósitos mas muito fraco para ser usado como elemento estrutural.

Figura 9 – Sanduíche de papel.

Os primeiros testes foram laminados sobre amostras de Divinycell, uma placa de espuma de PVC expandido especialmente desenvolvida para ser um material de recheio[4]. Os diversos experimentos confirmaram a eficácia do vácuo para conter a expansão e nos deram segurança para seguir adiante. Insatisfeito em uti-

[4] Gentileza de Lorenzo Cardoso, da Holos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

lizar um material sintético e proprietário como *core* procurei buscar outras opções de recheio. Experimentei papel colmeia (*honeycomb*), um material de recheio consagrado, com diferentes coberturas, inclusive fibra de vidro. Os materiais produzidos foram muito bons e possuem enorme potencial na movelaria, decoração e arquitetura, mas, infelizmente de pouca utilidade na construção naval. O papel quando utilizado como recheio precisa ser completamente encapsulado de resina para evitar, em caso de infiltração de água, a perda de suas propriedades mecânicas. Infelizmente não consegui desenvolver um método simples o suficiente (de baixa complexidade tecnológica) para executar essa tarefa. Desta forma acabamos, mais adiante, por descartar o papel colméia, mas não sem antes efetuar diversos experimentos.

FIBRA DE VIDRO E PAPEL COLMÉIA

Descrição: laminação manual de fibra de vidro sobre papel colméia.
Materiais: manta de fibra de vidro (350 gr/m2), papel colméia e resina de mamona Imperveg UG 132 A..
Objetivo: Fazer um teste da molhabilidadade da fibra de vidro em relaçao as resinas sintéticas.
Considerações: não houve diferença sensível entre a laminação de fibra de vidro com resina de mamona, poliéster ou epóxi. Houve bem menos expansão em comparação aos tecidos naurais quando laminado com resina de mamona

Figura 10 – Fibra de vidro e papel colméia.

Procurei, também, alternativas naturais para o recheio, como o “tronco” da bananeira, mas também não tive êxito em desidratar o material sem perder sua integridade estrutural. Cheguei até a estimular a expansão da resina não expansiva afim de obter uma espuma de recheio. O experimento resultou num material pesado e com baixa resistência a compressão, característica importante num material de recheio.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

PSEUDOCAULE DA BANANEIRA

Descrição: tentando desidratar o pseudocaule da bananeira em busca de um material de recheio.
Materiais: pseudocaule de bananeira.
Objetivo: desenvolver um material de recheio alternativo ao PVC expandido.
Considerações: embora possua uma estrutura bastante interessante como material de recheio, o pseudocaule só possui integridade estrutural quando cheio de água. A desidratação mostrou-se improdutiva e a idéia foi descartada.

Figura 11 – Procurando outros recheios.

RECHEIO DE PU NÃO EXPANSIVO

Descrição: laminação à vácuo com fibras naturais e recheio de poliuretano de mamona.
Materiais: manta de bananeira e paineiro do coqueiro (laminação), resina Imperveg UG 132 A com fibras de sisal picadas (recheio) e resina Imperveg UG 132 A.
Objetivo: aproveitando o potencial expansivo do poliuretano busquei produzir uma espuma de recheio com resina e fibra de sisal.
Considerações: o laminado final ficou resistente, entretanto o recheio ficou bem pesado resultando numa placa também pesada. Descartei devido ao peso e a baixa resitência recheio à compressão.

Figura 12 – Mais opções de recheio.

Por fim as experiências me levaram para o poliuretano expandido rígido, também oriundo da mamona como *core*. Sua disponibilidade comercial e o bom relacionamento com o fabricante (que se tornou um parceiro da pesquisa) foi também um fator decisivo pela escolha do material. Aliás, o bom relacionamento com

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

a indústria foi uma característica que acompanhou todo o projeto. Sempre com diálogo franco, suporte técnico e apoio material.

Num primeiro momento testei com poliuretano que eu mesmo expandi, posteriormente, com os bons resultados e o estreitamento dos laços com a Polyurethane, partimos para o PU expandido já em placas vendido comercialmente.

POLIURETANO EXPANDIDO E FIBRAS VEGETAIS

Descrição: laminação à vácuo com fibras naturais e recheio de poliuretano de mamona expandido.

Materiais: paineiro do Leque-da-Índia e paineiro do coqueiro (laminação), poliuretano expandido Proquinor com sisal picado (recheio) e resina Imperveg UG 132 A.

Objetivo: pesquisar as propriedades do poliuretano de mamona expandido como material de recheio e continuar a pesquisa com diferentes fibras vegetais.

Considerações: desta vez resolvi usar um poliuretano expansível como recheio. Os laminados ficaram muito bons e o recheio se comportou bem, ambas amostras ficaram bem mais leves que o experimento anterior (recheio de PU não expansivo).

Figura 13 – Poliuretano expandido e fibras vegetais.

Uma das vantagens de se trabalhar no LILD é a enorme biblioteca de materiais que é o laboratório, fruto da passagem e de diversos pesquisadores e do desenvolvimento de pesquisas com materiais diversos. Foi assim que conheci o tururi, espata[5] da palmeira amazônica Ubuçu (*Manicaria saccifera*). Sua fibra é utilizada pelos índios para diversos fins, inclusive na manufatura de cordas e construção de telhados. Se apresenta como uma malha pantográfica em formato de saco. O alinhamento de suas fibras e sua resistência à tração me instigaram desde o primeiro momento. Consegui um contato em Belém[6] que fez a ponte entre a

[5] Espata: Bráctea ou par de brácteas que subtende ou envolve uma inflorescência no mesmo eixo e apresenta muitas variações na forma e na cor. Ocorre tipicamente em plantas cuja inflorescência é uma espádice.

[6] Rosa Castro Leal, artesã e entusiasta do uso do Tururi.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

pesquisa e o mercado Ver-o-Peso, onde o tururi é vendido *in natura*. Com a chegada da encomenda passei logo a experimentar o tururi como as outras fibras *in natura* que estava utilizando. Além de apresentar melhor alinhamento e uniformidade das fibras, é possível obter áreas maiores com um única peça.

TURURI

Descrição: laminado de poliuretano de mamona expandido e fibra de tururi no vácuo.

Materiais: tururi, fibra manta de bananeira (laminação), poliuretano de mamona expandido (recheio) e resina Imperveg UG 132 A.

Objetivo: experimentar a laminação com tururi.

Considerações: o tururi se comportou muito bem, suas fibras constituem uma fibra pantográfica. Ao contrário do paineiro do coqueiro, que é uma fibra desordenada sem orientação definda, o tururi possui um arranjo de fibras bem uniforme constituindo um eixo de força (ortotropia). Devido a sua uniformidade estrutural (em comparação com outras fibras) e forma de apresentação (é possível obter faixas longas e largas, chegando a 100 cm x 20 cm) optei pelo tururi como fibra estrutural nos painéis sanduíche no decorrer da pesquisa.

Figura 14 – Tururi.

TURURI E PAPEL COLMÉIA

Descrição: painél sanduíche de tururi, manta de bananeira e papel colméia.

Materiais: tururi, manta de bananeira, papel colméia e resina de mamona Imperveg UG

Objetivo: estudar as propridades do tururi associado ao papel colméia num painél sanduíche.

Considerações: mais um resultado muito bom, mas não para a construçnao naval, o painél, embora resistente, ficou muito flexível, como podemos notar na foto da direita.

Figura 15 – Tururi e papel colméia.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

Continuei experimentando com o tururi, animado com as carcterísticas da fibra e com a resistência dos painéis. A malha pantográfica da fibra do tururi distribui bem a tensão das forças aplicadas na superficie do laminado, aumentando a área de pressão sobre o recheio, evitando possíveis deformações e consequente fragilidade do laminado. A beleza do laminado ao sair da bolsa de vácuo, sem nenhum acabamento, também foi um fator decisivo na escolha do material: menos processos.

AUMENTANDO A ÁREA DE LAMINAÇÃO

Descrição: painél sanduíche de tururi trançado e papel.
Materiais: papel craft, papel colméia, tururi e resina de mamona Imperveg UG 132 A
Objetivo: desenvolver um método para dar continuidade e uniformidade ao tururi, testar a laminação de papel associada ao tururi (interface entre a a palha e o recheio). Testar o vácuo em áreas maiores.
Considerações: a forma natural de apresentação do tururi apresenta desvantagens com relação às fibras sintéticas. para obter comprimento linear foi preciso cortar o tururi em tiras e trança-las para obter a dimensão desejada. Tivemos problemas com a laminação, a bomba não conseguiu puxar o vácuo nas áreas mais distantes. Acredito que o papel tenha bloqueado o caminho do ar, já que o tururi funciona como um *breather* natural.

Figura 16 – Problemas com o vácuo.

Mesmo com otimismo e bons resultados o tempo passava e ainda tinha dificuldades técnicas para produzir painéis grandes o suficiente para construir o casco de um barco, sabia que era possível, mas não com os recursos técnicos disponíveis. Os experimentos com áreas maiores apresentaram problemas para “pux-

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

ar” o vácuo, ocasionando excesso de resina em alguns pontos o que resultou na indesejável expansão. Mais adiante, ao produzir os decks, consegui contornar este problema com uma técnica muito simples.

Durante o segundo semestre de 2009 recebemos a visita de Rombout Frieling (http://www.zomaar.com), pesquisador do Royal College of Art, em Londres. O designer holandês desenvolvia uma cadeira flexível, feita de polietileno reforçado com fibra de vidro. Frieling procurou o laboratório interessado em substituir a fibra de vidro por bambu. Conversamos por um par de horas e lhe contei sobre o meu projeto e os materiais que estava desenvolvendo, ele ficou interessado. Após sua partida comecei a desenvolver alguns experimentos voltados para o seu objeto, buscava uma placa flexível e com memória plástica. Esta pesquisa dentro da pesquisa resultou em materiais interessantes mas, assim como as placas de papel, com pouca utilidade para a construção de um barco.

PAINÉIS PARA CADEIRA

Descrição: laminação de tururi e tecido de algodão no vácuo.
Materiais: tecido de algodão, tururi e resina de mamona Imperveg UG 132 A
Objetivo: aprimorar a laminação de tururi no vácuo, ajustando a fração volumétrica de fibra e resina. Produzir um compósito flexível para a cadeira de Rombout Frieling.
Considerações: com a correta proporçnao de fibra/resina é possível obter resultados ótimos no vácuo. Não houve expansão e a resina alcansou todas as partes do laminado. Modificando a orientação da fibra altera-se também o eixo de resistência do material. Laminados sobre um molde suavemente curvo, aumentando a memória plástica do material.

Figura 17 – Painéis para cadeira.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

3.3. Wa’apa

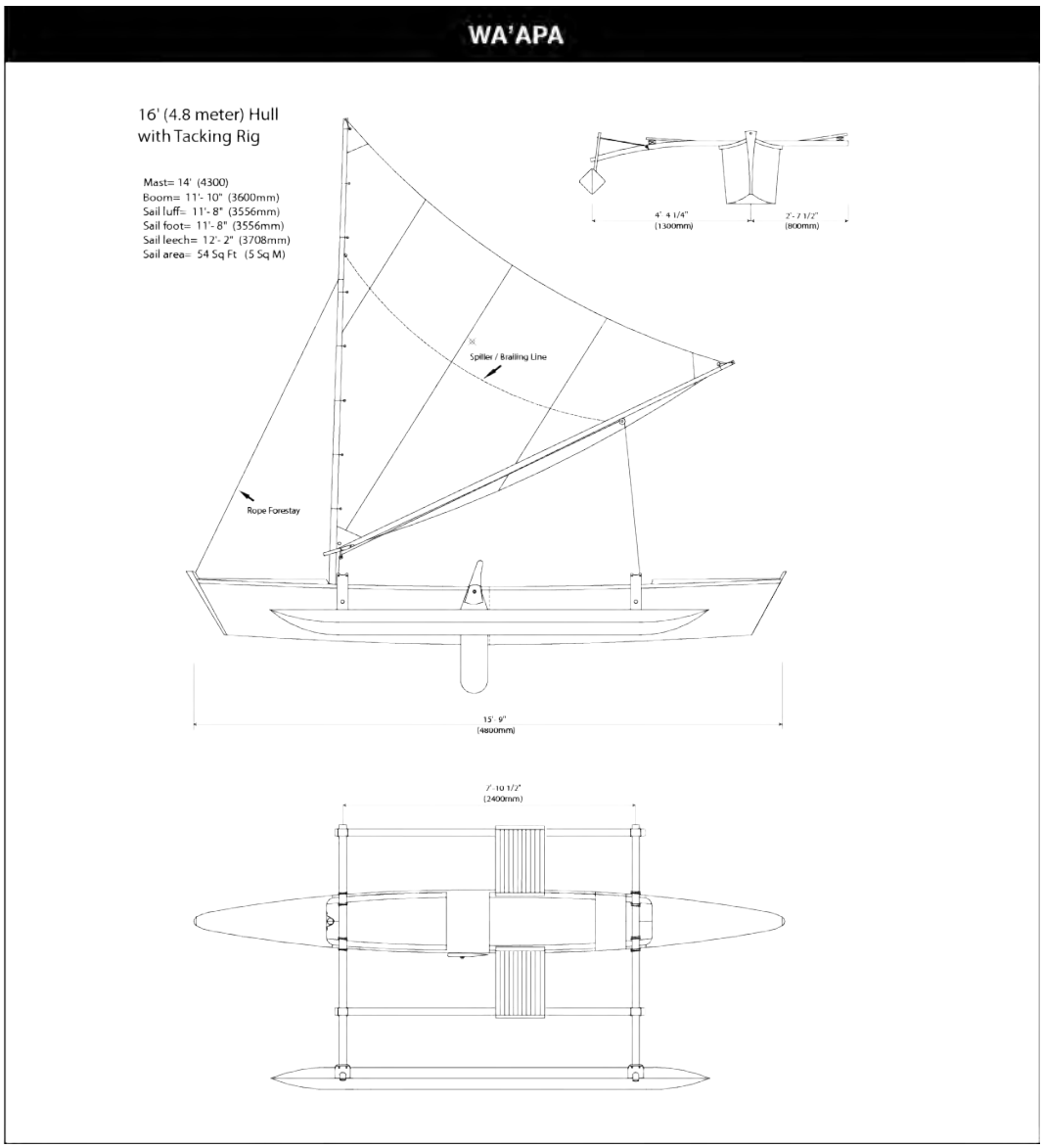

Figura 18 – Planos de construção da Wa’apa.

Depois de uma ano fazendo experimentos laboratoriais era hora de voltar ao barco propriamente dito. Tornei a me concentrar na escolha do método construtivo e do projeto, para então poder começar a construção de fato. A escolha pela construção com placas se deu naturalmente, tanto pelo desenvolvimento dos painéis em sanduíche, como pela praticidade, leveza e rapidez deste método. Mas o motivo principal foi minha intimidade e afinidade com este tipo de construção. Procurava um barco de simples construção, escolhendo trabalhar dentro dos meus domínios. Para o bem da pesquisa não era prudente ir ao limite das minhas com-

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

petências de construtor naval. O que nesse caso me levou pra a construção com compensado, o método mais rápido, barato e popular de construção *one-off*.

Ademais, o problema com o vácuo em áreas maiores reforçava a opção pelo compensado, utilizando a resina de mamona como adesivo e selante, deixando a experiência com os painéis sanduíche para áreas menores no barco e para acabamento, dada a beleza dos laminados.

O Navigator, embora um barco muito atraente e todo construído em compensado, não era a melhor escolha – seus muitos elementos e a riqueza de detalhes não caberiam no cronograma. Procurava algo mais simples. Fui então ao recém lançado *Bulding Outrigger Sailing Canoes* de Gary Derking construtor e projetista especializado em multicascos e canoas polinésias. Conheci Gary pessoalmente na Nova Zelândia em 2006 e tive a oportunidade de visitar sua oficina e seu jardim povoado de canoas, na cidade costeira de Coromandel. Os projetos de Derking não envolvem técnicas complexas para sua construção e os barcos são de simples manuseio. Encontrei em seu livro um projeto que atendia a quase todas as minhas necessidades, a Wa'apa.

O projeto é pertinente por três motivos principais. O primeiro de todos, sua simplicidade. É um barco simples em sua essência. Desde o processo construtivo até a mastreação e condução, tudo é simples. É leve, pequeno, de fácil transporte (vai no teto do carro) e pode ser lançado da praia, excelente característica numa cidade costeira com poucas rampas públicas de acesso à água como o Rio de Janeiro. Desmontado, sua largura não passa de 70 cm (com carrinho de encalhe). Resumindo: simples de construir, de transportar, montar, lançar e velejar. Bingo!

Segundo motivo: as possibilidades de experimentação que me permitia. Poderia, num mesmo experimento, unir diferentes vertentes da pesquisa: a utilização dos bambus (mastro e retranca), os painéis sanduíche em áreas menores, nos conveses, e ainda testar a praticidade das resinas no dia a dia da construção (como adesivo, selante e para laminação). Fora os materiais citados, é construído basicamente com compensado e madeiras de espécies locais. Exceto pela *ama* (flutuador) que, no nosso caso, é esculpida a partir de um bloco de poliuretano, também de mamona (o projeto especifica uma *ama* oca de compensado).

E por fim, a própria história do barco. É um barco tradicional modernizado pelo povo que o criou com a chegada de uma inovação tecnológica na forma de apresentação do material, o corte da madeira em tábuas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

> Ao final do século XIX, quando a madeira aparelhada começou a chegar no Havaí e em outras ilhas do Pacífico, os construtores locais de canoas imediatamente vislumbraram se uso numa forma mais simles de construir canoas […]. Os primeiros modelos foram construídos simplesmente por três tábuas largas de madeira e foram chamadas de "canoa de três tábuas" ou "wa'apa" em havaiano.[7] (DERKING, 2008)

Mais tarde, Gary introduziu outra inovação ao construi-lo com técnicas e materiais modernos. E agora estamos nós, aqui, do outro lado do mundo, de posse de outra inovação tecnológica, fazendo mais uma atualização do projeto, utilizando materiais menos tóxicos. Ou seja, é um barco tradicional e moderno, local e globalizado e, ainda assim, coerente com as características de nossa cidade costeira.

Por US$ 110,00, importei um jogo de planos do barco com documentação mais detalhada do que no livro. Mãos à obra!

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0912493/CA

[7] Tradução do autor.