

4. Materias e Técnicas: Ontem e Hoje

A história dos selantes e dos adesivos está intimamente relacionada com a história da humanidade. O que muitas vezes é tido como um uso relativamente “novo” de adesivos tem sua origem em tempos ancestrais e embora a maioria desses materiais se sujeitou a vastas mudanças, outros mudaram muito pouco ao longo do tempo. Enquanto novos materiais são desenvolvidos, uma revisão dos usos históricos pode nos levar a pensar onde esses materiais podem ser usados para melhorar antigos usos e às vezes satisfazer requisitos de aplicações completamente novas.¹ (MIT-TAL, 1994)

Embora a origem dos adesivos remonte a tempos imemoriais, nós, aqui, nos debruçaremos sobre o uso moderno dos adesivos e as diversas possibilidades que a evolução desses materiais permitiu para indústria.



Figura 19 - Avar Aalto Palmio Chair (esquerda), Eames Lounge Chair (direita).

Ainda no final do século XIX surgiram as primeiras estruturas (pontes e galpões) de madeira laminada. A união entre as camadas era feita mecanicamente através de parafusos pregos e braçadeiras o que ocasionava tensões pontuais no material. Foi só no início do século XX, com o surgimento da cola de caseína, que surgiram os primeiros laminados colados, distribuindo as tensões mais uniformemente e criando novas possibilidades formais. A evolução das estruturas laminadas acompanhou a evolução dos adesivos na primeira metade do século e, com o desenvolvimento da cola fenólica (a prova d'água e resistente a temperatura), surgiu o compensado. Esta tecnologia teve grande importância para o design

¹ Tradução do autor.

de sua época: as possibilidades plásticas do material aliadas à sua reprodutibilidade em escala industrial fizeram do laminado de madeira um dos ícones do design moderno nas mãos de mestres como Alvar Aalto e o casal Eames.

Durante a Segunda Guerra Mundial, a escassez de ferro alavancou o desenvolvimento da tecnologia de madeira laminada, que passou a ser empregada em embarcações e aeronaves. “Adesivos não eram considerados agentes estruturais até os anos 40, quando a indústria aérea promoveu seu uso, basicamente por pura necessidade”² (CAGLE, 1973). Com o pós-guerra houve a popularização das novas técnicas de trabalho com madeira laminada. Nos anos 60, com o avanço nas formulações dos epóxios a madeira ganhou ainda outro impulso como material de engenharia. Se antes era vista como uma peça sólida que precisava ser dimensionada até a forma desejada, agora podia ser moldada e suas fibras podiam ser orientadas na direção mais interessante para as demandas do projeto. Além disso, o encapsulamento pelo epóxi estabilizou as características mecânicas da madeira, evitando variações em sua umidade e também a protegendo de agentes danosos.

Logo a tecnologia foi incorporada pelos estaleiros e a indústria naval se tornou um dos maiores desenvolvedores de técnicas na área dos compósitos. Os irmãos Gougeon são um grande exemplo disso. De início construtores de barcos passaram a trabalhar também para outros ramos da indústria, construindo os projetos da NASA e da *General Electrics*, entre outras, tornando-se um dos grandes desenvolvedores de resinas e de processos de trabalho.

Enquanto a construção tradicional abordava a madeira como um material dimensional a ser conformado, ajustado e montado com pregos, pinos, rebites e parafusos, a construção com o composto madeira/epóxi aborda o material por uma perspectiva diferente. O composto encara a madeira como uma fibra que pode ser laminada com epóxi nas formas necessárias à construção naval. Desta maneira a madeira pode ser usada como um material de reforço como a fibra de vidro. Entretanto, diferentemente da fibra de vidro, que possui pouco valor estrutural enquanto não tiver resina incorporada às suas fibras, a fibra da madeira é um excelente material estrutural por si próprio.³ (GOUGEON, 2005)

Outras inovações e outros materiais também tiveram grande impacto na in-

² Tradução do autor.

³ Tradução do autor.

dústria naval. Provavelmente o compósito poliéster/fibra de vidro⁴ é o principal deles, impulsionando a indústria de barcos moldados (*production boats*). Todavia, a pesquisa busca uma alternativa - em função do tempo, dos recursos humanos e de infraestrutura - para o modelo de construção madeira/epóxi.

Assim como um período de guerra e suas necessidades alavancaram o desenvolvimento de novas tecnologias logo adotadas pela indústria, que, com criatividade, incorporou seu uso criando novas possibilidades, formulando novos adesivos e desenvolvendo novas técnicas de trabalho. Temos agora, graças ao modelo de desenvolvimento adotado pela ordem mundial, outras necessidades para nos preocuparmos. Temos outro desafio para enfrentar, desta vez contra um inimigo mais sutil e difuso. Um inimigo pulverizado em corporações comerciais que incentivam e legitimam o uso de materiais tóxicos baseados somente em sua performance normativa, nunca como técnica de trabalho.

Está certo, os epóxios são os melhores adesivos disponíveis no mercado. Com o mesmo produto podemos colar madeira, laminar madeira, fibra de vidro, carbono, aramida, além de diversas fibras naturais. Mas será que isso é um dado absoluto? E se for, a qual preço?

Adesivos são classificados de diferentes maneiras, e, segundo Shields, a maneira mais comum de fazê-lo é com base no tipo químico do ingrediente principal, mesmo que esse sistema seja de pouca valia para o designer (SHIELDS, 1974).

Outras características como os materiais a serem unidos, a apresentação física do adesivo, os requisitos de cura, as propriedades de resistência e a durabilidade em serviço, são apresentados por Shield como mais importantes para uma boa escolha. E, embora o epóxi seja um bom faz-tudo nessa lista, definitivamente não é a única opção.

Acreditamos no potencial dos novos adesivos de poliuretano de mamona disponíveis no mercado, e vemos vantagens no seu uso cotidiano. Embora tenha sido inicialmente destinado à construção civil como impermeabilizante para concreto, hoje já se encontra sob diversas apresentações, para diferentes usos. Ainda

⁴ Este material também deixou sua marca no design, móveis, carros, telhados, casas, barcos etc. Fizeram de tudo com fibra de vidro, para o bem e para mal.

não há uma formulação específica para o uso naval, mas as características dos produtos certamente satisfazem os critérios apresentados por Shiels.

Acreditamos que com criatividade e estabelecendo relações corretas com as técnicas atuais de trabalho em compósito é possível atingir resultados de excelência, utilizando materiais menos nocivos ao trabalhador.

4.1 Materiais do nosso cotidiano

Um ano após o início da pesquisa, depois de diversos experimentos, de certa forma, livres, era hora de direcionar o pensamento para o processo de construção do barco e como e onde introduzir os novos materiais pesquisados.

O período de experimentação inicial foi de grande valia. A esta altura já tínhamos conhecimento de diversos sistemas de poliuretanos de diferentes fabricantes e conhecíamos suas características e peculiaridades, fruto do trabalho prático e da troca de experiência com a indústria.

Trabalhamos durante a pesquisa com três fornecedores de resina, Proquinor (Rio Grande do Norte), Imperveg (São Paulo) e Polyurethane (Minas Gerais).

No início da pesquisa trabalhamos muito com Proquinor e Imperveg pois já tínhamos algumas amostras no laboratório. Quando o estoque foi chegando ao fim estreitamos os laços com a Imperveg, sempre dispostos a colaborar e bem mais próximos, facilitando as entregas. Toda a pesquisa com painéis foi realizada com resinas Imperveg.

Conhecemos os produtos da Polyurethane bem mais tarde (não sei precisar quando), através de Luis Eustáquio, do LASE, UFMG, ex-orientando do Ripper que ainda mantém estreita relação com o laboratório. A grande surpresa foi já terem um adesivo em pasta, com carga de microesferas. Comercializam, também, uma resina monocomponente que, embora contenha solvente em sua fórmula, estava atingindo bons resultados no quesito de não-expansão, além dos blocos de poliuretano expandido rígido que foram usados no recheio dos painéis sanduíche.

O diálogo franco com os fornecedores (além dos testes) nos deu confiança na estabilidade e na qualidade dos produtos. Tanto do produto em si, como do atendimento e do fluxo de mercadorias, afinal, buscamos uma alternativa viável. Precisamos de fornecedores capazes de suprir a produção.

4.2. Resinas de mamona

Dividirei as resinas por fabricante para, então, falar sobre suas características e como foram usadas na construção. Uma apreciação sobre o seu desempenho na construção se encontra nas considerações finais.

Da Imperveg, utilizamos as resinas IMPERVEG® UG 132 e IMPERVEG® RM 122.

A primeira é uma resina de poliuretano vegetal bicomponente na cor âmbar. É indicada uma relação de mistura de 1:2 (uma parte do componente A + duas partes do componente B, em volume respectivamente); entretanto, em conversas com o sempre solícito Donizete, químico da Imperveg, decidimos utilizar a relação de 2:3 e obter um resultado de maior dureza. Foi utilizada em toda a pesquisa dos painéis sanduíche, acompanhou-nos desde o início do processo. É indicada para diversos usos, entre eles, impermeabilização de reservatórios de água, tratamento de madeiras e aglomerante para compósitos de fibras vegetais e insersíveis.⁵

Utilizamos em substituição ao epóxi nos painéis sanduíche.

A segunda é uma resina poliuretano vegetal bicomponente na cor âmbar, relação de mistura 1:2 (uma parte do componente A + duas partes do componente B, em volume respectivamente). Também utilizamos a proporção de 2:3. Foi usada no encapsulamento do dos *iakos*, mastro e retranca. É vendida comercialmente como verniz para madeira. Fiz a opção por esta resina, que nos foi apresentada depois da UG 132 A, pois apresentava aspecto mais cristalino, interferindo menos na superfície onde é aplicada, dando um melhor acabamento.⁶

Foi usada como verniz de acabamento para as superfícies de madeira e bambu do mastro, retranca e *iakos*.

Da Polyurethane, utilizamos a Rescin Adepoly 506 e Rescin Ecoprimer.

A primeira é um adesivo bicomponente pronto para o uso. É desenvolvido

⁵ Informações do site do fabricante, a ficha técnica do produto se encontra em anexo.

⁶ Informações do site do fabricante, a ficha técnica do produto se encontra no apêndice.

para fixação de superfícies tais como poliestireno, assoalho de madeira maciça, mármore, granito, painéis na montagem de paredes, mezaninos, alvenaria etc. É amplamente utilizado em situações que necessitam uma fixação com boa aderência, vedação e resistência a choques e vibrações.⁷ Utilizamos em toda a construção do casco, dos *iakos* e do bloco da ama, responsável por todas as colagens e laminações de madeira. Talvez seja a resina que esteja mais à prova em todo o experimento. Também adotei a mesma prática das proporções. Substituíu a pasta de epóxi com microesfera nas colagens e laminações de madeira.

A segunda, um poliuretano monocomponente, anticorrosivo e aglutinante⁸, foi utilizada no encapsulamento do casco e nas laminações com linho (exterior do casco e ama). Seu principal inconveniente é a presença de solvente em sua fórmula, o que requer o uso de respiradores. Foi utilizado para encapsular e laminar o casco e a ama.

Da Proquinor, utilizamos a Rescon 302 em muitos teste preliminares. Usamos, também, a resina expansiva Respan D-40 para os primeiros testes com o poliuretano como recheio dos painéis. Acabaram não sendo utilizadas na construção do barco, mas tive uma esclarecedora conversa com Sabatini, o químico responsável, durante o processo.

4.3. Poliuretano de mamona expandido rígido

Também da Polyurethane, utilizamos placas de poliuretano de 80 e 40kg/m³ da linha Biopol como material de recheio (*core*) nos painéis sanduíche dos decks.

As placas de PU têm estrutura molecular uniforme, apresentam baixa friabilidade, baixo fator de absorção de água, alta capacidade estrutural, estabilidade dimensional e são retardante a chamas. Aceitam laminação, colagem e usinagem. Por suas características isolantes o poliuretano une conforto térmico a redução de energia. Os blocos e placas da linha Biopol podem ser utilizados como substitutos de madeira, miolo estrutural, na refrigeração, como matéria-prima para mod-

⁷ Informações do site do fabricante, a ficha técnica do produto se encontra no apêndice.

⁸ Informações do site do fabricante, a ficha técnica do produto se encontra no apêndice.

elagem e na construção civil.⁹ Uma grande vantagem foi já ser fornecido em placas de 10 mm de espessura.

4.5. Fibras Naturais

Utilizamos diversas fibras naturais em várias apresentações diferentes. Desde fibras *in natura* até mantas e tecidos. Foram usadas como alternativas para os tecidos, mantas e *rolvings* sintéticos. Os mais utilizados foram a fibra do paineiro do coqueiro, coletada nos coqueiros cariocas, e a fibra do tururi, comprada *in natura* no Mercado Ver-o-Peso, em Belém.

⁹ Informações do site do fabricante, a ficha técnica do produto se encontra no apêndice.