

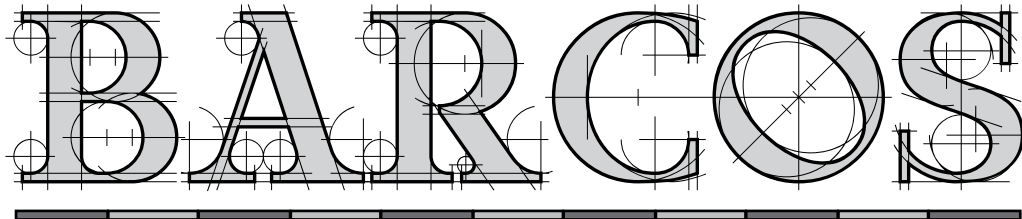
MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE

BARCOS



Jorge Nasseh

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE
BARCOS

The word 'BARCOS' is rendered in a large, bold, serif font. Each letter is filled with a light gray color and overlaid with a complex network of thin black lines, resembling technical drawing or construction lines. These lines include vertical and horizontal strokes, as well as various circular and elliptical paths that define the geometry of the letters. Below the word, there is a thick, solid black horizontal bar.

Rio de Janeiro, 2011
4ª edição

© 2011 Jorge Nasseh

Todos os direitos desta edição reservados a Jorge Nasseh
Barracuda Advanced Composites - Rio de Janeiro - Brasil
www.barracudacomposites.com.br

Catálogo de livros na fonte

ISBN: 978-85-907112-3-0

Nasseh, Jorge.

Manual de Construção de Barcos/ Jorge Nasseh - Rio de Janeiro - 2011 - 660 páginas

1. Barcos - Construção - Manuais, guias, etc. L. Título

4ª edição

Texto e Coordenação

Jorge Nasseh

Capa

Bárbara Cotta

Isis Karol

Foto da Capa

Proboat (Divulgação)

Diagramação

Fellipe Branco

Isis Karol

Ilustrações

Alessandra Chaves

Alexandre Fernandes

Axel Vettorazzo

Fellipe Branco

Isis Karol

Pesquisa

Jorge Nasseh

Revisão

Isis Karol

Priscila Ramos

	Prefácio	13
	Introdução	15
1	Projetos e Planos	19
	Escolhendo um Projeto	19
	Forma do Casco	22
	Planos	23
	Restauração e Adaptações	27
2	Ferramentas	29
	Ferramentas Básicas para Layout	31
	Serra Circular	32
	Serra de Fita	33
	Plaina e Desengrosso	34
	Tupia	35
	Lixadeiras	35
	Lixadeiras de Fita	36
	Máquinas Manuais	36
	Esmeril e Torno de Bancada	39
	Compressor e Pistolas de Pintura	40
	Ferramentas Pneumáticas	41
	Ferramentas Manuais de Marcenaria	42
	Ferramentas Manuais para Metais	44
	Ferramentas para Laminação em Fibra de Vidro	45
	Equipamentos de Segurança	49
	Layout do Estaleiro	49
3	Materiais	53
	Critérios para Construção	54
	Seleção dos Materiais	58
	Fator Custo	60
4	Fibras de Reforço	65
	Fibras de Vidro Tipo E	65
	Fibras de Vidro Tipo R e S	67
	Fibras Aramida Tipo Kevlar® e Twaron®	68
	Fibras de Carbono	70
	Tipos de Reforço	76
	Mantas	76
	Véu de Superfície	79
	Roving de Fibra de Vidro	80

	Tecidos	81
	Tipos de Tramas	83
	Tecidos Unidirecionais	83
	Tecidos Bidirecionais	85
	Tecidos Biaxiais, Triaxiais e Quadriaxiais	86
	Tecidos Híbridos	89
	Prepregs	89
5	Resinas	93
	Resinas de Laminação	99
	Resinas de Poliéster	100
	Processo de Cura	102
	Propriedades da Resina	106
	Resinas Epoxy	109
	Propriedades das Resinas Epoxy	111
	Resinas Estervinílicas	114
	Resinas para uso em Madeira	115
	Resinas para Infusão	116
	Gelcoat	119
6	Materias Sandwich	127
	Tipos de Materiais Sandwich	132
	Núcleos de Madeira	134
	Núcleos de Espuma	137
	Espumas de Poliuretano e Poliéster	138
	Espumas de PVC	139
	Materiais de Núcleo Tipo Colméia - Honeycomb	150
7	Madeira como Material Estrutural	155
	Tipos de Madeira	157
	A Estrutura da Madeira	158
	O Uso do Composto Madeira/Epoxy	159
	Compensados e Lâminas de Madeira	162
	Moldes Temporários	166
	Painéis de Interior	166
8	Outros Materiais	169
	Aço	169
	Ligas de Alumínio	170
	Ferro-cimento	174
9	Fixações	175
	Tipos de Metal Utilizados em Fixadores	175
	Ferro Galvanizado	176
	Latão	177
	Bronze-Silício	178
	Monel	178

	Cobre	179
	Aço Inoxidável	179
	Combinação de Metais	180
	Parafusos e Porcas	181
	Parafusos do Tipo Francês	181
	Parafusos para Madeira	182
	Pregos	183
	Parafusos de Cabeça Sextavada	184
	Parafusos sem Cabeça (Mosca)	185
	Pregos de Cobre	185
	Rebites	185
	Fixando Equipamentos Metálicos	186
10	Adesivos	187
	Requisitos para adesivos de Madeira	188
	Resinas de Uréia-Formaldeído	191
	Resinas de Fenol Formaldeído	192
	Resinas Ressorcinol Formaldeído	192
	Resinas Epoxy	193
	Usando Adesivos	197
	Cuidados com o Manuseio do Epoxy	200
	Outros Adesivos e Selantes	200
11	Tintas, Vernizes, Fillers e Osmose	203
	Preparação e Lixamento	204
	Massa de Acabamento	207
	Equipamentos para Pintura	207
	Isolamento com Fita Crepe	208
	Tipos de Tintas para Pintura	209
	Sistemas a Base de Óleo e Alquídic	211
	Sistemas a Base de Poliuretano Monocomponente	211
	Poliuretanos Aromáticos	212
	Poliuretanos Alifáticos	212
	Tintas x Vernizes	213
	Escolhendo o Sistema de Pintura	216
	Barcos de Compensado Naval + GRP	216
	Pintura do Casco	217
	Pintura de Interiores	218
	Aplicação	220
	Marcando a Linha d'Água	223
	Cargas (Fillers) e Massas de Acabamento	224
	Microesferas Fenólicas	227
	Microesferas de Vidro	228
	Microesferas Plásticas	228
	Sílica	228
	Preparação da Superfície	229

	Aplicação de Massa e Lixamentos	231
	Como Evitar, Prevenir e Reparar Cascos com Bolhas	232
	O Fator Resina	233
	Melhor Prevenir	234
	Cortando o Mal pela Raiz	234
	Uma Prevenção Fácil e Eficaz	235
	Reparando um Casco já Contaminado	236
12	Considerações de Projeto	239
	Rigidez da Estrutura	241
	Deformações Admissíveis	246
	Considerações Especiais em Multicascos	248
	Peso	250
	Distribuição do Peso	253
	Otimizando os Materiais	256
	Teor de Fibras	256
	Propriedades Direcionais das Fibras	264
	Relação Tensão x Deformação	266
	Cisalhamento Interlaminar	269
	Propriedades Dinâmicas e Fadiga	271
	Informações sobre Resistência e Rigidez de Laminados	272
13	Condições de Fabricação	275
	Temperatura	277
	Umidade	279
	Ventilação	280
	Iluminação	281
	Espaço e Layout de Equipamentos	281
	Limpeza e Segurança	286
14	Desenhando as Linhas do Casco	289
	Linhas do Casco	291
	Abreviaturas	293
	Tabela de Cotas	294
	A Sala de Risco	295
	Ferramentas para o Carenamento	297
	Virotes	298
	Linhas da Borda e Convés	300
	Perfil	301
	Seções Transversais ou Planos de Balizas	301
	Corte com CNC	303
15	Construção de Moldes	311
	Quando Fabricar um Molde	312
	Tipos de Moldes	315
	Molde Fêmea	319
	Fabricando Plugs	323

Quando Fabricar Plugs e Moldes Temporários	327
Moldes Bipartidos	333
Problemas com os Moldes	334
Moldes de Convés	335
Agentes Desmoldantes	342
Resinas para Fabricação de Moldes	343
Quantidade de Fibra	345
Estrutura Auxiliar dos Moldes	347
Moldes Tipo Macho	349
Molde Simples e Temporários	354
Mesas de Laminação	355
16 Construção em Materiais Compostos	357
Método de Laminação em Moldes Tipo Fêmea Hand Lay-up	361
Pré-corte de Fibras e Núcleo	364
Pré-corte de Espuma de PVC	367
Termoformagem	368
Aplicação de Gelcoat	370
Véu de Superfície e Skin Coat	373
Construção do Laminado Básico	376
Laminação Manual	377
Estruturas, Reforços, Longarinas, Cavernas e Anteparas	379
Aplicação de Materiais Sandwich	382
Sequência de Construção de Laminado Sandwich	386
Cura do Laminado e Remoção do Casco do Molde	391
Método Spray-up	394
Laminação em Moldes Macho	397
Laminação em Moldes Macho - One Off	398
Uso de Pressão - Vacuum Bagging	402
Método RTM - Light	404
Método Vacuum Bagging	409
Material Descartável	412
Bombas de Vácuo	416
Laminando a Vácuo	417
Colagem de Material Sandwich com o Sistema de Vácuo	420
Laminação pelo Método de Infusão – VARTM	424
Uso de Prepregs	436
Construção de Strip Planking em Espuma de PVC	446
Pultrusão	459
Filament Winding (Enrolamento Filamentar)	460
Método Powerflex	460
Fabricação das Placas no Processo Powerflex	464
Matéria-Prima	465
Processo de Laminação Manual	467
Laminação a Vácuo	476
Laminação a Partir de VARTM	471
Junção de Placas Planas	472

17	Construção em Madeira	475
	Molde	480
	Strip-planking	483
	Preparação da Base e Chapeamento para Strip-planking	484
	Aplicação do Strip-planking	488
	Fixando as Ripas	492
	Colagem das Arestas	493
	Laminação das Ripas	494
	Acabamento Final e Desmoldagem	497
	Método de Madeira Moldada Cold-molded	499
	Preparando o Método de Madeira Cold-molded	507
	Aplicando a Primeira Camada de Laminado no Molde	508
	Procedimento de Aplicação de Adesivo	511
	Removendo o Casco do Molde	514
	Método de Construção em Compensado Plywood	514
	Montagem da Estrutura Base	518
	Aplicando as Placas de Compensado sobre a Estrutura	521
	Aplicando os Painéis	524
	Acabamento Final	526
18	Sistema Hidráulico	529
	Tanques	530
	Válvulas e Registros	538
	Tomada de Casco	540
	Mangueiras e Braçadeiras	543
	Instalações de Tubulações de Banheiros	545
	Bombas	546
	Selecionando a Bomba Correta	548
	Problemas com a Instalação	550
	Quanto Maior Melhor?	550
	Instalação de Gás	551
19	Sistemas de Propulsão	553
	Propulsão Interna - Motores de Centro	554
	Sistema Eixo - Hélice	554
	Sistema de Rabetas	556
	Sistema Duo-Prop	558
	Sistema de Rabetas Axiais	559
	Sistema Hidrojato	559
	Sistemas para Altas Velocidades	560
	Alinhamento da Linha de Eixo	561
	Selos Mecânicos e Porta-Gaxetas	565
	Selos Rígidos	565
	Selos Flexíveis	566
	Selos Rotativos	566
	Sistema de Descarga	567

	Propulsão Externa - Motores de Popa	569
	Propulsores	570
20	Sistemas Elétricos	573
	Instalações	573
	Cabos e Fios	574
	Isolamento da Fiação	575
	Fazendo Conexões	576
	Isolando Conexões	576
	Instalando Cabos	577
	Soldas	577
	Aterramento	578
	Baterias	581
	Alternadores e Reguladores	585
	Geradores	587
	Inversores	588
	Check List Elétrico	591
21	Interiores	595
	Uso de Compensado em Interiores	597
	Unindo Painéis de Compensado no Interior	604
	Detalhes de Acabamento Interno	605
	Painéis com Núcleos Sintéticos	605
	Painéis Fabricados pelo Método de Infusão	607
	Painéis de Fibras Exóticas e Honeycomb	609
	Mobília Fabricada com Espumas de PVC	610
	Outros Materiais Alternativos	611
	Gavetas	612
	Fixadores para Interiores	613
	Travas Marítimas	614
	Ventilação	614
	Gaiútas e Vigias	615
	Liner	616
	Paineiros	617
	Pisos de Teka	618
	Isolamento Térmico	618
	Interior de Barcos de Regata	619
	Ergonomia e Dimensões Usuais	621
	Banheiros	622
	Assentos	624
	Camas e Beliches	625
22	Manutenção	627
	Gelcoat	628
	Limpeza	629
	Partes Metálicas	631
	Vidros e Acrílicos	632

Pintura	632
Tintas Antiincrustantes	633
Removendo a Pintura	635
Absorção de Água	635
Sistema Hidráulico	636
Sistema Elétrico	636
Motor	637
Manual do Proprietário	637
23 Reparos	639
Reparos com Acesso dos Dois Lados	640
A Escolha da Resina	644
Massas de Resina	645
Reconstruindo Pequenas Áreas	646
Reparos com Um Lado Sem Acesso	646
Reparos Maiores	648
Reparos de Emergência	650
Kit de Reparo	650
Problemas Superficiais	652
Delaminações	652
Reparando Abaixo da Linha d'Água	653
Problemas no Convés	655
Agradecimentos	657

Em 1980 eu recebi um pedido para desenhar um Motor Yacht de 86 pés a ser construído no sul do Brasil. Naquela época eu não sabia absolutamente nada sobre a indústria náutica no Brasil. Durante a construção deste Motor Yacht (que durou de 1980 a 1983) eu tive a oportunidade de viajar várias vezes ao Brasil.

Eu fiz a minha primeira visita ao Brasil em 1980 para levantar os materiais e fornecedores disponíveis. Foi um tremendo desapontamento - a indústria náutica brasileira naquela época era comparável com a indústria náutica americana de 1910! Barcos high tech eram construídos com pesados cascos sólidos de fibra de vidro onde eram colocadas superestruturas de madeira. Não existiam materiais para construção de barcos, com exceção de resinas e reforços de fibra de vidro básicos. A indústria brasileira de equipamentos náuticos estava em sua infância - pouquíssimos equipamentos eram fabricados no Brasil e a importação tinha um custo proibitivo.

O nosso 86 pés seria um barco semi high tech com um casco construído em fibra de vidro em sistema sandwich com espumas de PVC. No meu conhecimento, nada neste tamanho tinha sido construído até então no Brasil. O proprietário decidiu, na época, que seria um avanço tecnológico muito grande construir um barco 100% sandwich.

“Fabiola”, como era chamado o barco, foi um completo sucesso, e aquele trabalho inicial levou a vários outros projetos no Brasil. Nós desenhamos uma linha completa de lanchas para a Mares, com construção 100% sandwich, em tamanhos variando entre 30 e 100 pés. Logo após fizemos a linha completa dos barcos Riostar com tamanhos entre 42 e 85 pés. Ainda projetamos a “Senna 43” e vários barcos sob medida construídos no Brasil, todos em sandwich. Estes projetos ajudaram a consolidar a indústria naval brasileira na produção de barcos 100% sandwich.

Eu conheci o Jorge em 1987 quando ele começou a trabalhar para a Divinycell®. Naquela época, estávamos envolvidos com as lanchas da Riostar. Jorge era um construtor de barcos bem diferente: ele era graduado em Engenharia Naval e possuía o título de Mestre em Ciências em Estruturas de Materiais Compostos. Jorge era uma grande ajuda para nós provando (e desaprovando) algumas teorias que existiam sobre a construção em sandwich.

Com este novo trabalho, Jorge coloca toda a informação sobre a construção de barcos em material composto em um único livro - o primeiro deste tipo no Brasil. Enquanto muitos livros foram escritos sobre a teoria de materiais compostos, poucos contêm a teoria e prática da construção de barcos como este faz. Isto torna o livro único no mundo.

Eu espero que este livro por si só empurre a indústria náutica brasileira a uma posição próxima ou avante do “estado da arte” como existe ao redor do mundo nos dias de hoje. Nos últimos anos, Jorge tem sido tanto um amigo quanto um consultor para nós. Ele sempre tem respostas para perguntas difíceis como resultado de sua experiência prática como construtor de barcos de regata e de sua qualificada formação acadêmica. Eu espero pelo dia que este trabalho seja traduzido para o inglês.

Tom Fexas
Tom Fexas Yacht Design Inc.
Stuart, Florida, USA
Janeiro de 2000

Existem duas formas de se ter um barco. A primeira é entrar em uma loja ou estaleiro e comprar um novo. Simples assim. A outra é construir. Embora o desfecho da história seja parecido, o script do filme é completamente diferente. Quem decide construir um barco não está somente interessado em possuir um barco. É claro que existe a motivação inicial de velejar pelo mundo a fora, morar no barco, passear ou pescar no fim de semana, mas no fundo a emoção e o sonho de construir um barco é ímpar, e o sofrimento justifica o fim.

Eu sempre gostei de barcos e navios. Meus pais, quando podiam, me levavam para ver navios de guerra e transatlânticos que paravam aqui no Rio de Janeiro, na Praça Mauá, e talvez tenha sido isto que tenha me motivado a estudar Engenharia Naval. Durante os primeiros anos da minha graduação eu perdi um pouco da vontade de trabalhar em um estaleiro, talvez devido ao fato de que eu tenha descoberto que na melhor das hipóteses, trabalhando em um estaleiro de construção de navios, eu iria construir ou projetar uma pequena parte dele. Eu nunca construiria um navio inteiro, e isto me desmotivou bastante. De todos os alunos da minha turma da Universidade eu fui o único que não aceitei estagiar em um estaleiro. Um pedaço do navio não era suficiente para mim. Ou eu construiria um navio inteiro ou então nada.

Nos primeiros anos do meu Mestrado eu recebi um pedido interessante de um amigo para projetar e construir um barco a vela de 30 pés. Para quem havia estudado 4 anos para poder saber como construir um navio de aço, projetar um barco de 9 metros, deveria ser fácil, mas acabou sendo um dos maiores desafios da minha vida. E foi assim que eu descobri quanto era difícil fazer isto sozinho.

Era uma época em que planos de linhas eram desenhados a mão livre sobre papel vegetal e tinta. Não havia computador. Máquinas de calcular tinham somente 4 operações. Senos, cossenos, tangentes e logaritmos eram calculados em cima de tabelas. Quando apareceram os primeiros computadores, eles eram com leitoras de cartão e nenhuma resposta era possível com menos de 2 dias. Tudo era muito mais difícil.

Durante os anos seguintes eu acabei trabalhando como construtor profissional e consegui, de alguma forma, realizar o meu sonho de projetar e construir um barco do início ao fim. Com o passar do tempo, e quase 20 anos depois, eu já havia construído ou ajudado a construir alguns milhares de barcos e foi então que decidi escrever o primeiro Manual de Construção de Barcos na língua portuguesa. No início era para ser um pequeno manual de construção em fiberglass que acabou tendo 400 páginas e uma série de fotos, ilustrações e tabelas.

A idéia era passar a informação da minha experiência em construir barcos, do início ao fim, e deixar por escrito as dificuldades que as pessoas poderiam ter quando se metessem a fazer o que eu havia me proposto alguns anos antes. Muitas coisas deram certo, mas também eu acabei cometendo vários erros durante esta jornada, e nada mais importante do que informar aos leitores as etapas mais importantes da aventura de se construir barcos. O livro acabou sendo impresso em 3 edições consecutivas e vendido em vários outros países do mundo.

Passado vários anos, e a publicação de outros dois livros mais específicos sobre a construção em material composto, eu então decidi relançar a 4ª edição do Manual de Construção de Barcos, revisada, que por força do avanço da tecnologia na fabricação de barcos, acabou com quase 700 páginas. O livro ainda conta com uma escrita informal e pode ser lido como romance. Tentei sempre que possível evitar termos extremamente técnicos que somente podem ser entendidos por engenheiros.

Eu entendo que construtores profissionais têm interesse em detalhes muito específicos, que hoje em dia são importantes devido a evolução tecnológica dos materiais, e que talvez seja necessário abordar detalhes de engenharia, e talvez mesmo física e matemática, para poder explicar. Entretanto, acho que os construtores iniciantes devem ser apresentados as questões práticas da construção de um barco de uma forma simples e o mais rápido possível.

O conhecimento de todas as etapas da construção de um barco requer um conhecimento amplo de vários tipos de ciências como física, química e mesmo engenharia, e habilidades praticas em laminação, carpintaria, mecânica e eletricidade básica. Os princípios da construção de um barco não são difíceis de compreender, como vai ser notado durante a leitura deste manual, mas as soluções para a construção real de um barco não são necessariamente fáceis.

O construtor vai entender que quanto mais habilidades e conhecimento dos elementos básicos de engenharia ele tiver maiores serão as possibilidades de construir um barco perto de um padrão profissional. Trabalhar como construtor ou projetista de barcos requer um conhecimento de muitas ciências. A construção de um barco é um desafio e tanto.

Da versão original, publicada há 10 anos, eu fui obrigado a adicionar informações mais detalhadas sobre a evolução dos materiais de construção e como eles interferem na performance de uma embarcação. Os dados são mais atuais e a quantidade de informação tem a finalidade de reduzir as dúvidas na hora de selecionar os materiais para uma construção eficiente. O capítulo sobre construção de moldes ficou maior. Bem maior, e incorpora diversas fotos da construção de modelos e moldes para a construção seriada de embarcações em material composto. Quem decidir construir mais de um barco e precisar de moldes vai poder conhecer a maior parte das opções disponíveis hoje.

Os capítulos sobre projeto construtivo, condições de fabricação e geração de linhas ganharam novidades devido a evolução tecnológica e computacional que permite que as construções de hoje sejam mais leves e mais resistentes. Muitas soluções computacionais substituíram o esforço de se fazer tudo sozinho. Comparado com 10 anos atrás um barco hoje, fabricado por um iniciante, necessita de pelo menos 30% a menos de horas de construção. Também eu sempre aproveitei o texto para passar alguma informação sobre o custo das decisões em uma construção, pois acredito que a parte financeira de qualquer aventura seja importante para que o sonho tenha um final feliz.

Os capítulos sobre construção em material composto, além dos processos tradicionais, ganhou mais conteúdo com a incorporação de detalhes de fabricação pelo método de construção a vácuo, infusão e com tecidos pré impregnados. Quem não se contentar com a quantidade de informações, ou for um construtor profissional, tem a oportunidade de colher mais detalhes nos meus outros dois livros.

Adicionei também os métodos de strip planking e powerflex que foram desenvolvidos recentemente pelos engenheiros da empresa em que eu trabalho, mas já contam com uma legião de barcos construídos. Eu acredito que nos próximos anos estes processos vão dominar o cenário da construção de barcos entre profissionais e amadores.

Embora todo mundo saiba que eu sou um fã incondicional dos materiais sintéticos, eu não poderia de deixar de adicionar mais informações no capítulo da construção em madeira. Até por que, ainda hoje, grande parte dos barcos, e mesmo dos modelos e moldes, ainda necessitam do uso deste material. Para terminar, e por força de oferecer uma visão global da construção, os capítulos sobre instalações, motorização, interiores, propulsão, manutenção e reparo foram atualizados com o que existe de mais moderno hoje.

Para mim, escrever este novo livro foi novamente uma grande experiência e aprendizado, assim como um trabalho enorme. Não imaginei que iria consumir tanto tempo. Espero que com este novo livro os construtores possam fabricar barcos cada vez melhores, mais leves e mais rápidos.

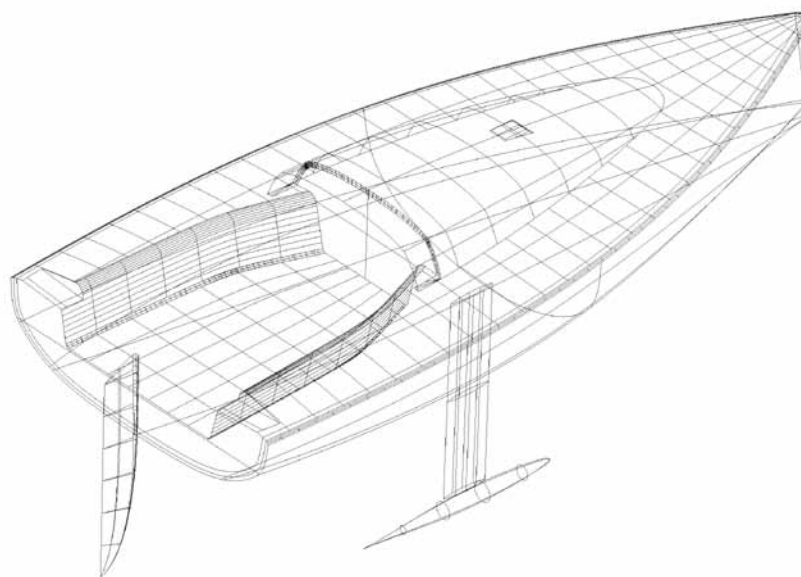
Jorge Nasseh
Barracuda Advanced Composites
Rio de Janeiro, Brasil
Setembro de 2011

1

PROJETOS E PLANOS

Escolhendo um Projeto

Meu primeiro barco foi um desastre! Bem, eu tenho de admitir que cometi o erro mais comum de qualquer construtor principiante: tentar fazer ou adaptar por conta própria um projeto existente. Eu sinceramente não conheço nenhum lugar do mundo onde isso já tenha dado certo, e note que eu tenho andado por todos os lados deste planeta vendo gente construir barcos de todo tipo e tamanho. Embora a qualidade da minha construção tivesse sido muito boa em termos dos materiais que foram utilizados, métodos de fabricação e acabamento, a adaptação do projeto deixou a desejar. Infelizmente, eu só fui reconhecer isso quando acabei de construir o barco e comecei a compará-lo com outros projetos melhores.



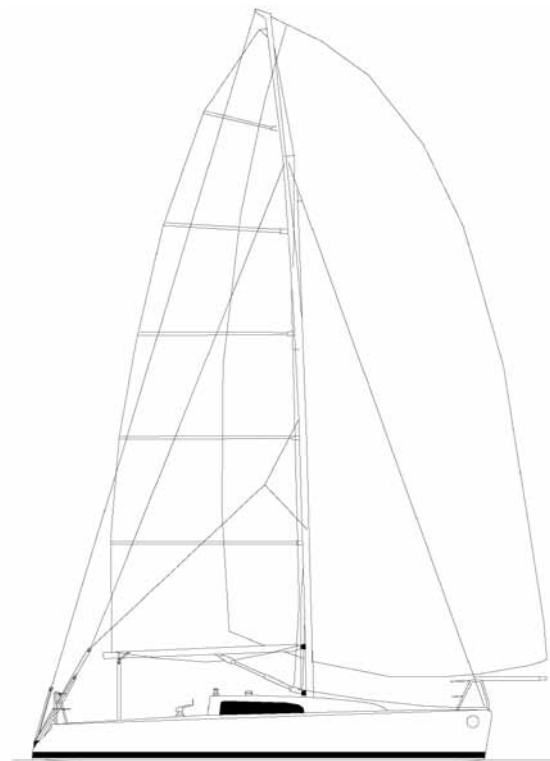
Um dos maiores problemas ao se adaptar um projeto, ou tentar fazer um do nada, sem os conhecimentos básicos, é que você superestima seu talento para construir algo que só você irá utilizar. As principais relações de comprimento, boca, alturas, larguras de porta, camas, cabine etc são, invariavelmente, feitas fora das dimensões comerciais usuais encontradas na maioria dos barcos projetados e construídos por profissionais experientes.

Na maior parte das vezes, as variações de escala são pequenas, mas o suficiente para causar danos estéticos. Mesmo que você faça um bom trabalho na sua primeira tentativa de adaptar um projeto, são pequenas diferenças que só um construtor experiente adquire com o tempo, que fazem um barco ter linhas e geometria agradáveis. E note que ainda não está se levando em conta a parte hidrodinâmica do casco.

Pequenas inflexões na curvatura da borda, roda de proa, espelho de popa, cabine, altura dos vaus e outros detalhes fazem uma diferença incrível, mas que um cego de paixão, construindo e projetando seu primeiro barco não é capaz de notar. É como iniciar o projeto como se fosse uma pequena nuvem em um céu azul, e acabar de construí-lo como se todo o céu tivesse sido tomado por uma forte tempestade, onde você não enxerga um palmo à sua frente.

Inicialmente, você tem de considerar que nenhum barco é capaz de fazer tudo. Assim, um projeto deve estabelecer cuidadosamente as suas intenções. Mesmo que você tente fazer por si mesmo, ou comprar um projeto existente, as considerações em um projeto devem incluir dimensões, acomodações, utilização, local de operação, custo, manutenção, número de tripulantes, desempenho, propulsão a vela ou a motor, espaços internos, ergonomia, entre outras pequenas coisas. Todos os barcos têm compromissos com a sua utilização. Escolha o projeto que balanceie as qualidades de que você mais necessita. Você não pode ter um barco para andar em alta velocidade, transportar passageiros, esquiar e no fim de semana colocar mastro e velejar, embora haja quem ainda tente fazer isso.

Figura 1.1
Plano Vélido VV30



Você precisa saber o que vai querer e quanto isso vai custar até o fim da obra, ou saber qual o objetivo do seu esforço e trabalho. O casco de um barco a vela de 40 pés construído o mais economicamente possível, com materiais de qualidade, pode custar em torno de US\$ 60 mil em materiais e requerer acima de 5.000 horas de trabalho. Isso levando em conta que você é um expert. Um iate a motor do mesmo comprimento normalmente custará muito mais. Para você que é um construtor amador e irá trabalhar sozinho em fins de semana, noites e feriados, esse projeto pode levar anos. Para construir um barco de qualquer tamanho é necessário uma grande quantidade de homens/hora e no caso de uma construção feita por um amador, você certamente precisará da ajuda de uma ou outra pessoa por muito tempo. É um erro não computar as horas gastas de seu tempo para pensar, projetar e construir um barco.

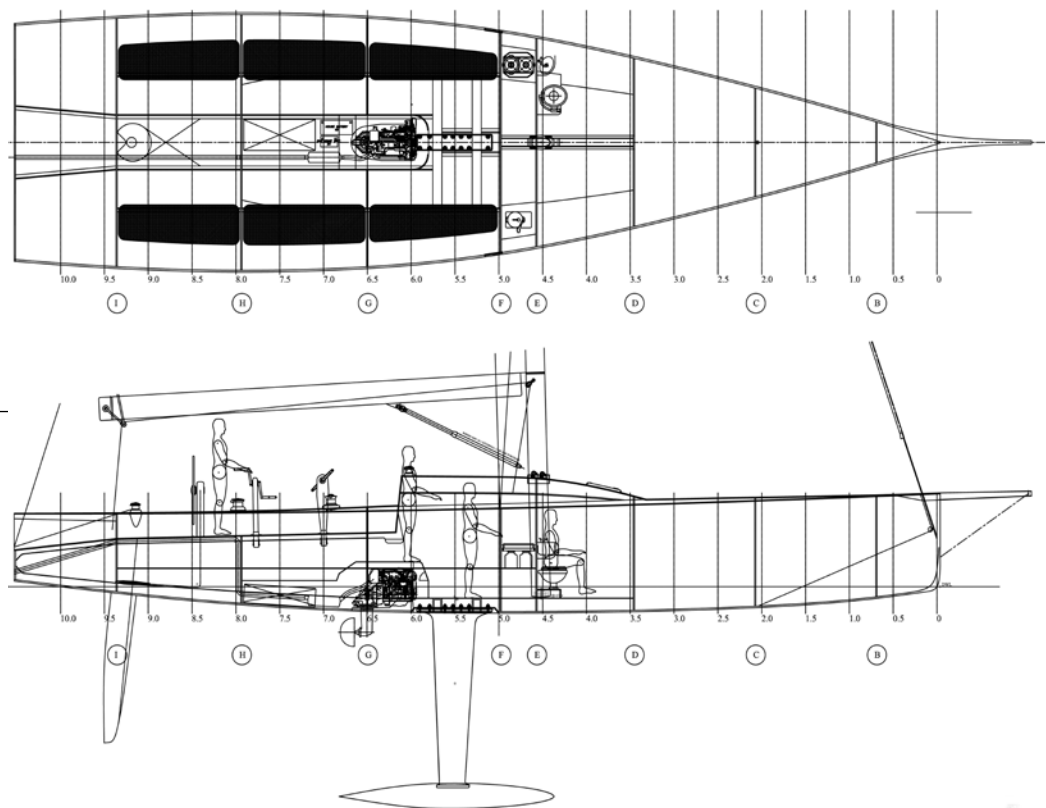


Figura 1.2
Lyons 50

Uma alternativa intermediária, para quem não quiser construir um barco do nada, é comprar um kit de um casco já pronto, fazer apenas o seu interior e instalar os sistemas de bordo. Tenha em mente que o casco representa somente algo em torno de 15% do valor do barco terminado. Isto mesmo, somente 15%. Caso você esteja interessado em construir um grande barco, para uso pessoal ou para utilização comercial, sugiro que primeiro pesquise o assunto, lendo, conversando com construtores experientes, estudando vários projetos de barcos, ou simplesmente navegando. Para alguns, o romance e a paixão de construir um barco vale o trabalho eterno e

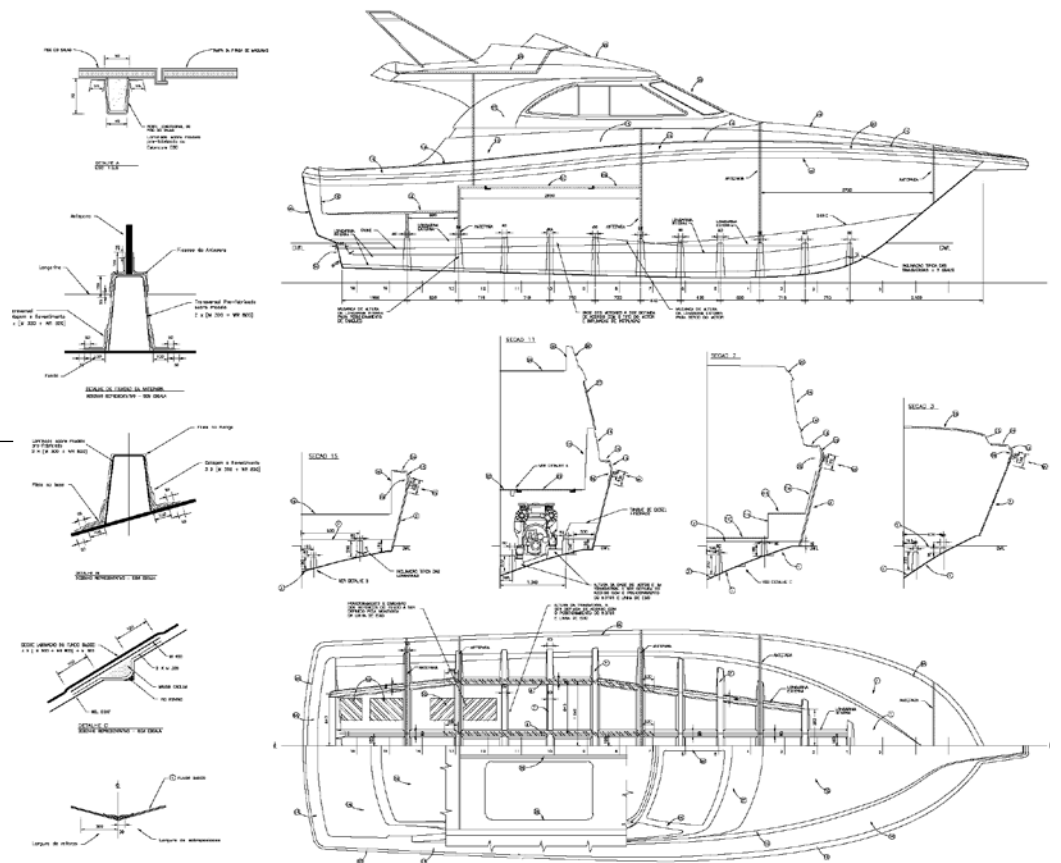
incansável, para outros não. Depois de construir alguns barcos para meu próprio uso, eu me coloco na segunda categoria. Iniciantes serão sem dúvida beneficiados se escolherem um projeto simples e prático dentro de suas capacidades.

Embora muito se fale sobre a ingenuidade de construtores amadores, a inexperiência em assuntos de construção também atinge proprietários de embarcações que tentam fazer modificações em seus barcos. Potenciais compradores, à procura do barco de seus sonhos, e construtores que abrem mão dos princípios básicos de arquitetura naval para satisfazer seus clientes, ou então para não perdê-los, também são candidatos a realizar todo tipo de modificações sem consultar um profissional ou verificar a viabilidade da nova forma. De qualquer forma, o devaneio de projetista ataca as melhores famílias.

Forma do Casco

A forma do casco é definida de acordo com a sua aplicação. Existem basicamente três tipos de casco: de deslocamento, de semi-deslocamento e de planeio. Linhas mais arredondadas são desejadas em cascos de deslocamento, como é o caso dos trawlers e traineiras de pesca, que possuem sua velocidade limitada pelo seu comprimento e deslocamento. No caso de barcos a vela, as linhas são esbeltas na proa, enquanto na

Figura 1.3
LC 37



popa são arredondadas e cheias para gerarem uma formação de ondas ideal para a sua performance, tanto no contravento quanto no vento de popa. Algumas embarcações operam em condições intermediárias, entre o planeio e o deslocamento, e possuem cascos de semi-deslocamento. Estes cascos têm formas também intermediárias, com proas arredondadas e popas mais planas com menos volume.

No caso de cascos planadores, as linhas são projetadas com fundo plano, para poderem planar com mais facilidade, e a forma em “V” do fundo é definida de acordo com o tipo de mar onde a embarcação irá operar. Caso você queira passear com a família em águas abrigadas, então um casco com fundo plano e pouco “V” será a melhor opção de desempenho. Por outro lado, se o objetivo é pescar em águas agitadas com muita formação de ondas, então é melhor escolher um casco com uma boa dose de “V” para fornecer uma navegação confortável e segura.

Planos

Uma vez decidida a construção de um determinado barco, você poderá seguir vários caminhos. A construção de qualquer embarcação é feita a partir de planos fornecidos por meio de várias fontes disponíveis hoje em dia. Normalmente, os projetos são uma série de desenhos de linhas e detalhes de construção. Muitas vezes, especificações de construção e de materiais acompanham esse jogo de plantas. Entretanto, não espere que todo projetista forneça um jogo completo de planos. Cada um tem seu jeito próprio de trabalhar e passar as informações. Alguns podem até enviar um conjunto completo e detalhado de tudo que se possa pensar para construir um barco, mas isso não é o normal. A maior parte das vezes é fornecida uma pequena série

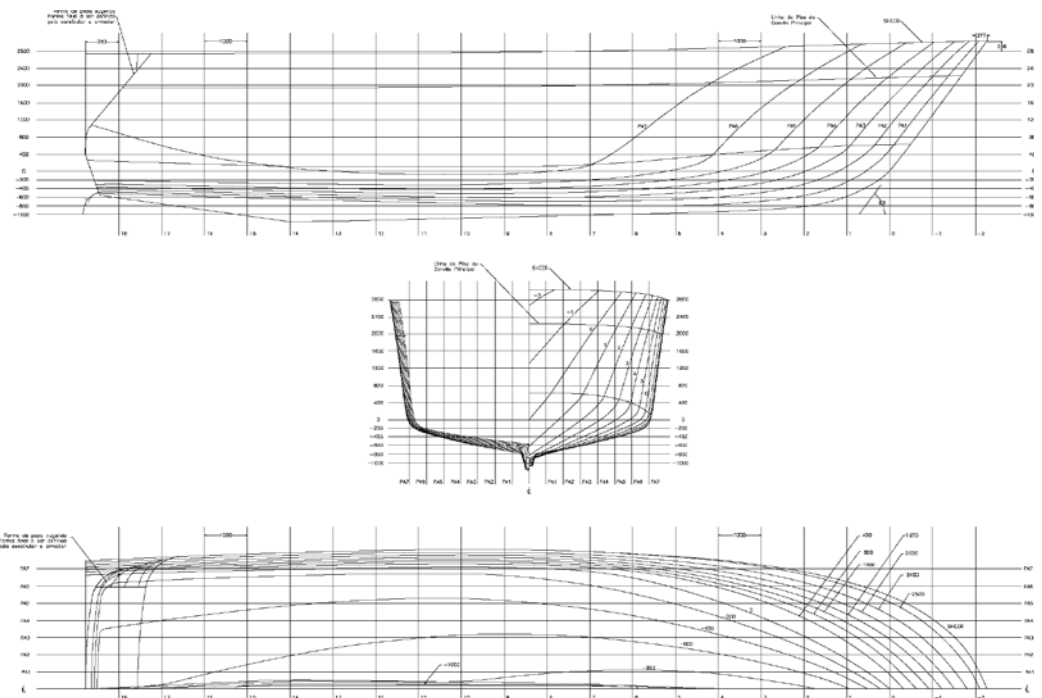


Figura 1.4
Plano de Linhas
Trawler 72

de planos, o suficiente para que o construtor detalhe o restante das outras partes do casco. De qualquer forma, sugiro que você sempre informe ao projetista o seu grau de qualificação para a construção.

Outros projetistas, acostumados a trabalhar com construtores profissionais, geralmente não fornecem planos completos que seriam necessários para um construtor de pouca experiência. Eles admitem que um profissional qualificado tenha sua própria maneira de decidir sobre certos detalhes de construção, os quais muitas vezes não são informados nos desenhos.

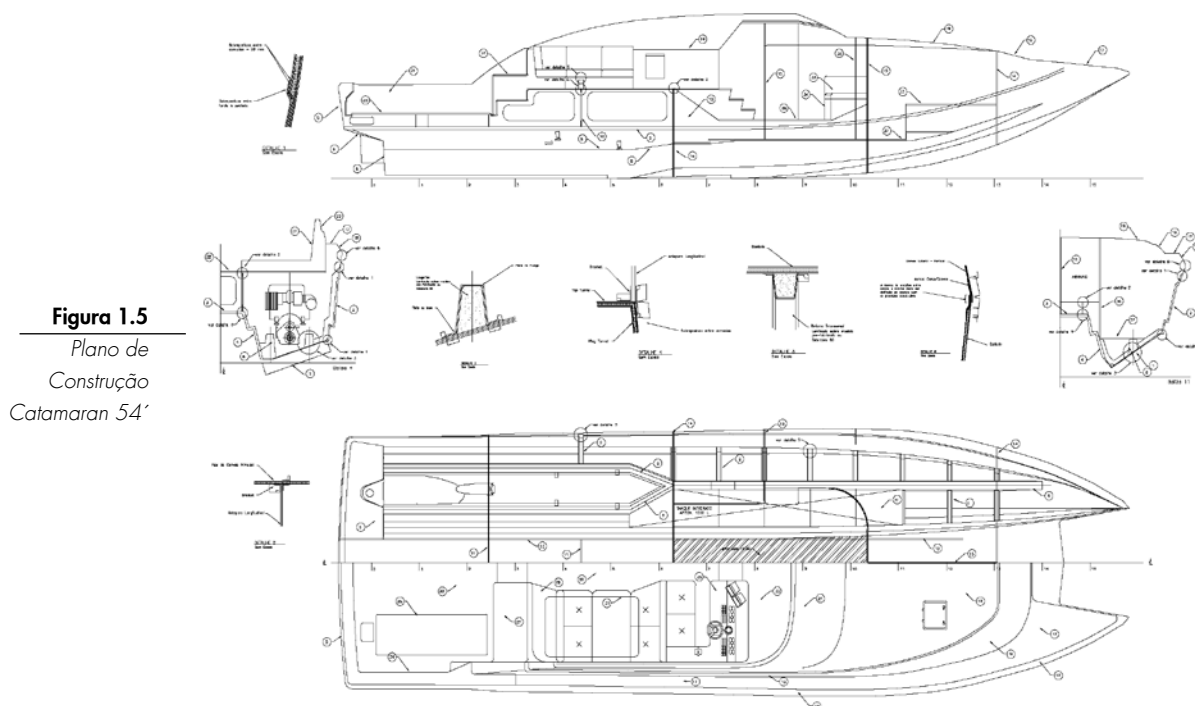


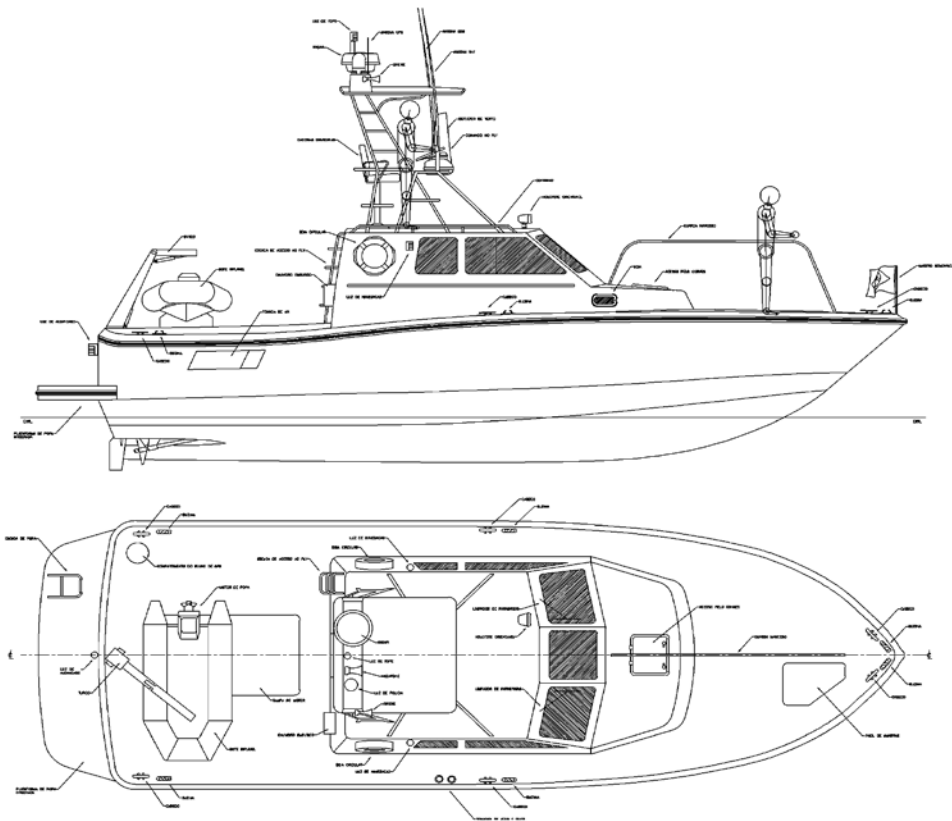
Figura 1.5
Plano de
Construção
Catamaran 54'

A embarcação dos seus sonhos pode ser simplesmente um pequeno barco para remar ou velejar, um veleiro de cruzeiro ou de regata, uma lancha para esqui, uma lancha para pescar, ou então você pode desejar algo maior e só ficar satisfeito com um grande iate. Qualquer que seja o tipo ou tamanho, deve-se gastar algum tempo selecionando planos. Lembre-se de que você leva apenas um segundo para decidir construir um barco, mas leva alguns anos para completá-lo.

Os planos do casco vão sempre mostrar uma combinação de perfis, arranjos e seções. Estes detalham o desenvolvimento das linhas do casco, linhas do convés, planos de construção, arranjo interno e arranjo estrutural, além dos esquemas de instalações elétrica e hidráulica. Alguns projetistas ainda fornecem planos de laminação, detalhes estruturais e listas de materiais. Uma especificação escrita separadamente para as várias partes do plano de construção pode ser editada para evitar confusão nos desenhos. Um memorial descritivo com especificações também deve ser incluído nos planos contendo indicações de equipamentos e métodos de construção.

Escolhido o plano do barco a ser construído, começa então, a parte do desenho da superfície do casco, conhecido como carenamento. Este trabalho, discutido em um capítulo a seguir, consiste em desenhar as linhas do casco em escala natural a partir da escala fornecida pelo projetista. Muito desse trabalho é eliminado quando se constrói um casco de superfícies simples, no entanto esse tipo de casco está limitado a formas que podem ser desenvolvidas com painéis planos. Atualmente, muitos projetistas fornecem os desenhos em arquivos eletrônicos para serem impressos em escala real, o que facilita o trabalho construção, enquanto outros fornecem diretamente o arquivo para o corte em CNC das seções do barco.

Figura 1.6
Perfil / Convés de
Lancha de Serviço



O projeto deve ser suficientemente detalhado para a perfeita compreensão das formas a serem desenvolvidas em escala natural. Deve ser enfatizado que um projeto bem feito, detalhado e com as informações necessárias, vale o seu preço, uma vez que o seu custo é apenas uma fração do valor total do barco. O custo de planos deve ser considerado como um seguro para o sucesso do barco finalizado.

Eu gostaria de alertar o leitor contra mudanças nas linhas originais do casco, alturas de superestruturas ou localização de pesos a bordo. Tais procedimentos podem resultar em desempenho insatisfatório ou até mesmo na redução de performance durante a navegação. Consulte o projetista antes de fazer mudanças maiores e dê preferência a utilizar planos que irão fornecer o que você quer. Existem muitas empresas que anunciam na imprensa náutica que fornecem planos de barcos desde simples dinghies

até barcos oceânicos, tanto à vela quanto a motor. Esses planos são normalmente bem detalhados, incluindo desde listas de material até mesmo gabaritos em escala natural para a construção do casco. Assim, não economize tempo na escolha dos planos para construir o barco que você deseja.

Muitos construtores em potencial terão uma boa idéia do tipo de barco que estão procurando se as perguntas seguintes forem respondidas. Qual o tipo e tamanho do barco que você deseja construir? De quina dupla ou simples? De fundo arredondado ou plano? Com ou sem skeg? Quilha curta ou longa? Mastreação sloop ou ketch? E quantos beliches você quer? O que você precisa no interior? Por onde você irá navegar e durante quanto tempo? Em águas abrigadas ou abertas? Quanto dinheiro está disponível inicialmente e ao longo de um período de aproximadamente cinco anos? Por fim, seja honesto em todas as respostas.

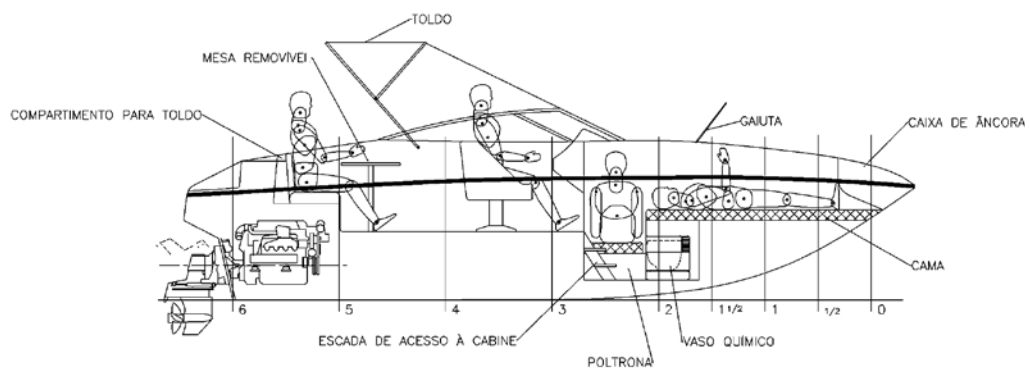
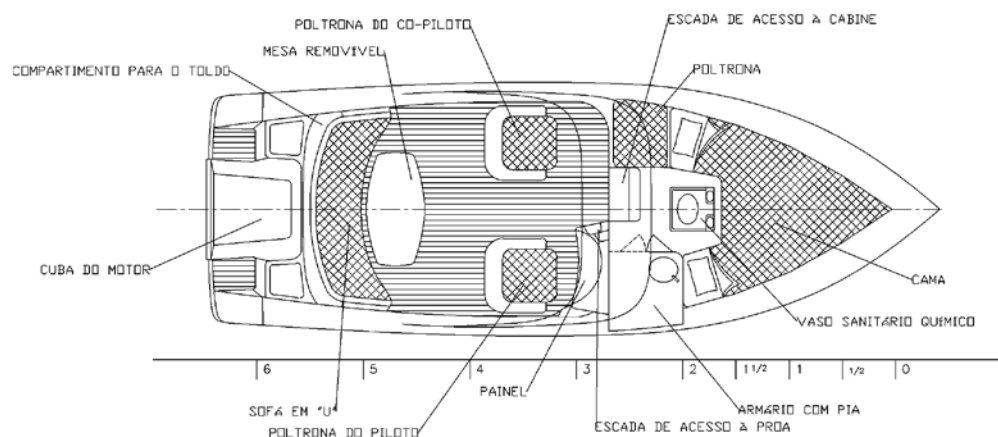


Figura 1.7

Arranjo Geral
de Lancha de
Lazer 23'



Tentar discutir com um construtor em potencial ou com uma pessoa procurando um barco para comprar é uma tarefa de paciência. Levaria dias contando casos de pessoas que gostariam de um barco de 23 pés com motor diesel de 300 HP - redução tipo V-Drive - acomodação para pernoite de duas pessoas - cozinha completa - banheiro com vaso - chuveiro - lavatório - armário para pertences - pé-direito de 2 m - cabine

com banco para piloto e co-piloto - mesa fixa com quatro cadeiras - espessura do casco compatível para se docar sobre qualquer rochedo - 500 l de óleo diesel - 300 l de água - balsa - motor de popa - 30 nós de velocidade de cruzeiro! Você deve ter a humildade de saber que cada pessoa possui suas próprias idéias, não só na aparência externa, mas também no arranjo de acomodações no interior. Tentar modificar isso é muito difícil.

Obviamente, os planos de um iniciante ou projetista experiente refletem o que cada um vê como ideal, mas no final o construtor pode de forma razoável incorporar as suas próprias idéias ao casco, mantendo motor, tanques de água e óleo próximos de suas posições iniciais. É nessa fase que praticamente todos querem muita coisa dentro do volume do casco. Existe um conceito comum de que todos os barcos devem possuir banheiros com chuveiro, além de mesa de navegação, cozinha totalmente equipada e armários volumosos. Caso você esteja contemplando algo em torno de 20 pés, essas idéias precisam ser modificadas, pois tudo isso só é possível em um barco de 32 pés. Entretanto, com certa dose de bom senso é uma surpresa ver o que pode ser alcançado. Em um barco pequeno é aconselhável manter um arranjo simples e prático.

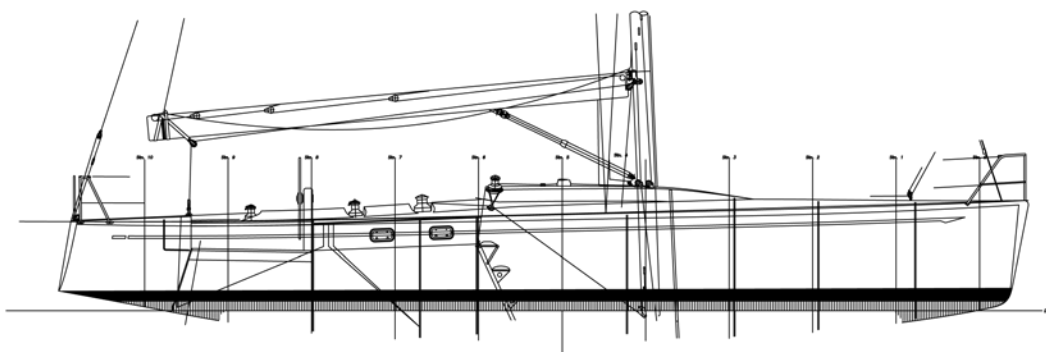
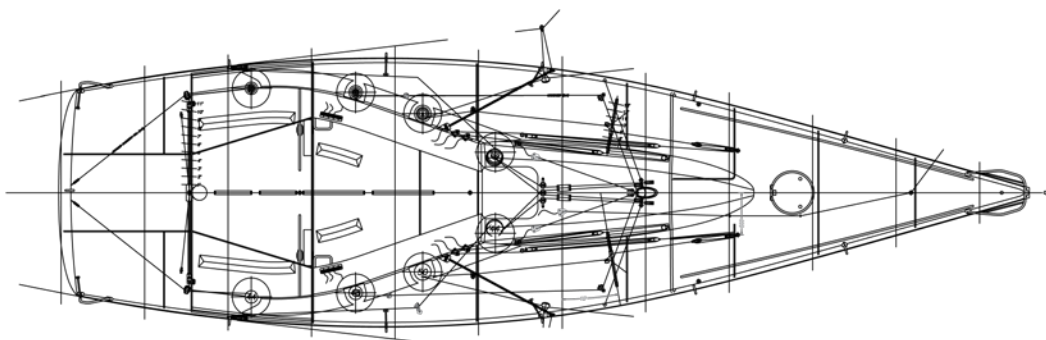


Figura 1.8
Plano de Convés



Restauração e Adaptações

A restauração de barcos antigos de madeira ou mesmo de fibra de vidro ganhou uma popularidade considerável durante os últimos anos. Isso pode ser fácil de entender uma vez que alguns projetos antigos possuem mais apelo estético que os planos

semelhantes de hoje em dia, ou porque o custo de construir a partir do zero não seja possível para muitos. Existe uma grande diferença entre barcos velhos e barcos antigos. Restauração de barcos antigos não deve ser feita por amadores, mas por profissionais qualificados e que devotam seu tempo e profissão à recuperação de modelos clássicos, tanto à vela quanto a motor. Um amador planejando restaurar um barco que lhe chamou a atenção deve estar atento se a deterioração está além das suas habilidades para reparar, ou então, se irá requerer muito tempo e dinheiro.

Mesmo que dinheiro não seja importante, um espaço maior de tempo pode destruir o seu entusiasmo antes de completar o trabalho. Barcos velhos, entretanto, devem ser tratados como um projeto de reforma e boa parte dessa informação será encontrada na seção de reparo e manutenção.