

JOSÉ ANTONIO MORENO GONZALES

**AUTOMATIZAÇÃO DO PROJETO
DE EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS**

Dissertação apresentada
à Escola Politécnica da
Universidade de São
Paulo para obtenção do
título de Mestre em
Engenharia

**São Paulo
1995**

JOSÉ ANTONIO MORENO GONZALES

**AUTOMATIZAÇÃO DO PROJETO
DE EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia Naval

Orientador:
Prof. Dr. Kazuo Nishimoto

São Paulo
1995

A mis padres, personas extraordinarias que me enseñaron el verdadero significado de palabras como Amor, Familia, Honestidad, Amistad, Sacrificio y Humildad.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Kazuo Nishimoto, pelo apoio proporcionado e por estar sempre disposto a ajudar a solucionar minhas dúvidas nesta dissertação.

Ao Professor Oscar Britto pela grande ajuda prestada durante o desenvolvimento e a finalização deste trabalho.

A mi esposa Patty, persona maravillosa que me ha acompañado toda la vida brindando Amor, Comprensión y Aliento para superarme cada día.

Ao meu grande Amigo Eng. Marco de Parahyba, pelas sugestões, orientações, constante disposição e boa vontade em me ajudar e ensinar.

Ao meu Amigo Eng. Jairo Cabrera, pela grande ajuda prestada ao longo desta dissertação.

A todos os amigos do Departamento de Engenharia Naval que direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento deste projeto.

AUTOMATIZAÇÃO DO PROJETO DE EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS

José Antonio Moreno Gonzales
1995

Fé de Erratas

• SUMÁRIO

- Onde lê-se : SUMARIO
LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
LISTA DE ABREVIATURAS
LISTA DE SIMBOLOS
- Leia-se : SUMÁRIO
LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
LISTA DE ABREVIACÕES
LISTA DE SÍMBOLOS
- Onde lê-se : 2. Metodologia Aplicada ao Projeto de Embarcações Pesqueiras de Pequeno e Médio Porte
- Leia-se : 2. Metodologia Aplicada ao Projeto de Embarcações Pesqueiras de Pequeno e Médio Porte
- Onde lê-se : 2.4.1 Hardware e Software Básico
- Leia-se : 2.4.1 "Hardware" e "Software" Básico
- Onde lê-se : 3.1.3 Calculo de Pesos e Centros
- Leia-se : 3.1.3 Cálculo de Pesos e Centros
- Onde lê-se : CAPITULO 5
- Leia-se : CAPÍTULO 5
- Onde lê-se : 5. DETERMINAÇÃO DAS CURVAS HIDROSTATICAS
- Leia-se : 5. DETERMINAÇÃO DAS CURVAS HIDROSTÁTICAS
- Onde lê-se : CAPITULO 6
- Leia-se : CAPÍTULO 6
- Onde lê-se : CAPITULO 7
- Leia-se : CAPÍTULO 7
- Onde lê-se : CAPITULO 8
- Leia-se : CAPÍTULO 8
- Onde lê-se : 8.4.1 Curvas Caracteisticas do Casco
- Leia-se : 8.4.1 Curvas Características do Casco
- Onde lê-se : 8.6 Algoritmo de Integração
- Leia-se : 8.6 Algoritmo de Integração
- Onde lê-se : CAPITULO 9
- Leia-se : CAPÍTULO 9
- Onde lê-se : CAPITULO 10
- Leia-se : CAPÍTULO 10

Onde lê-se : CAPITULO 11
Leia-se : CAPÍTULO 11

• LISTA DE ABREVIACÕES

Onde lê-se : LISTA DE ABREVIATURAS
Leia-se : LISTA DE ABREVIACÕES

Onde lê-se : ASME = American Society of Mechanical Engineers
BHP = Potência fornecida pelo motor
CUNO = Número cúbico
EHP = Potência requerida pelo sistema caso-hélice
FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations
gph = galões por hora
ITTC = International Towing Tank Conference
NPL = National Physical Laboratory
RINA = Royal Institution of Naval Architects
RPM = Revoluções por minuto
SNAME = The Society of Naval Architects at Marine Engineers
Leia-se : ASME = American Society of Mechanical Engineers
FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations
ITTC = International Towing Tank Conference
NPL = National Physical Laboratory
RINA = Royal Institution of Naval Architects
SNAME = The Society of Naval Architects at Marine Engineers

• LISTA DE SÍMBOLOS

Gerais

Onde lê-se : Δ = Deslocamento da embarcação (Tn)
Leia-se : Δ = Deslocamento da embarcação

Onde lê-se : ∇ = Volume deslocado pela embarcação (m³)
Leia-se : ∇ = Volume deslocado pela embarcação

Onde lê-se : K_y = Coeficiente de variação da linha no eixo das ies
Leia-se : K_y = Coeficiente de variação da linha no eixo Y

Onde lê-se : K_z = Coeficiente de variação da linha no eixo das zetas
Leia-se : K_z = Coeficiente de variação da linha no eixo Z

Onde lê-se : $V_{\text{porão}}$ = Volume do porão(m³)
Leia-se : $V_{\text{porão}}$ = Volume do porão

• RESUMO

Onde lê-se : O objetivo primordial deste trabalho é a elaboração de um programa de computador, que reflita de uma maneira sistemática, a filosofia do projeto de uma embarcação pesqueira e os outros objetivos secundários foram gerados neste trabalho:

Leia-se : O objetivo primordial deste trabalho é a elaboração de um programa de computador, que reflita de uma maneira sistemática, a filosofia do projeto de uma embarcação pesqueira e os seguintes outros objetivos foram também alcançados:

Onde lê-se : Um programa de integração que defina as dimensões principais da embarcação, que analisem a estabilidade, sistema de propulsão e o arranjo estrutural da embarcação.

Leia-se : Um programa de integração que defina as dimensões principais da embarcação, que analise a estabilidade, sistema de propulsão e o arranjo estrutural da embarcação:

- Onde lê-se : Inovação do método tradicional da espiral de projeto para um sistema automatizado que sintetize cada uma das fases da espiral de projeto.
- Leia-se : Automação do método tradicional da espiral de projeto para um sistema automatizado que sintetize cada uma das fases da espiral de projeto.

• ABSTRACT

- Onde lê-se : Substitution of the traditional design spiral by an automated system in wich each phases of the design spiral is resumed.
- Leia-se : Automation of the traditional design spiral by an automated system in wich each phases of the design spiral is resumed.

• CAPÍTULO 1

- Página : 2
- Onde lê-se : O que é uma embarcação de pesca? A resposta a esta pergunta é aparentemente simples, mas pode não ser tão óbvia como parece, se considerarmos que dentro da classe "*Embarcação Pesqueira*" incluem-se diferentes navios tanto em tamanho como em função, como por exemplo um pequeno pesqueiro de madeira artesanal, ou um navio de processamento de mais de 80 metros de comprimento.
- Leia-se : O que é uma embarcação de pesca? A resposta a esta pergunta é aparentemente simples, mas pode não ser tão óbvia como parece, ao considerar em conta que dentro da classe "*Embarcação Pesqueira*" incluem-se diferentes navios tanto em tamanho como em função, como por exemplo um pequeno pesqueiro de madeira artesanal, ou um navio de processamento de mais de 80 metros de comprimento.
- Página : 4
- Onde lê-se : É importante conseguir a máxima eficiência com pequenas modificações. Por exemplo, se com um determinado comprimento do navio pode-se atingir certas especificações num determinado projeto, não é aconselhável aumentá-lo demasiadamente para conseguir melhor rendimento na velocidade.
- Leia-se : É importante conseguir melhor projeto com pequenas modificações feitas nos navios semelhantes por exemplo, se com um determinado comprimento do navio pode-se atingir certas especificações num determinado projeto, não é aconselhável aumentá-lo demasiadamente para conseguir mais velocidade, porque teria-se mais aço, maior resistência ao avanço, etc.
- Página : 5
- Onde lê-se : Um navio pesqueiro com equipas adequadas e uma tripulação eficiente tem garantido, em boa parte, seu êxito.
- Leia-se : Um navio pesqueiro com equipamentos adequados e uma tripulação eficiente tem garantido, em boa parte, seu êxito.
- Página : 5
- Onde lê-se : Um navio pesqueiro é concebido basicamente para explorar os recursos da pesca, e deve realizar plenamente esta função. Todos os equipamentos de pesca devem ser seleccionados com cuidado, buscando-se simplicidade e segurança operacionais.
- Leia-se : Todos os equipamentos de pesca devem ser seleccionados com cuidado, buscando-se simplicidade e segurança operacionais.
- Página : 7
- Onde lê-se : Utiliza-se este método em águas pouco profundas. Para atrair o cardume coloca-se a isca ao redor da embarcação. A captura se realiza utilizando varas de 3 a 4 metros de comprimento, com linha e anzol.
- Leia-se : Utiliza-se este método em águas pouco profundas. Para atrair o cardume coloca-se a isca ao redor da embarcação. A captura se realiza utilizando varas de 3 a 4 metros de comprimento, com linha e anzol.
- Página : 7
- Onde lê-se : As iscas são transportadas pela embarcação e, por isto, é necessária a instalação de um

pequeno tanque para o armazenamento das iscas vivas, que são geralmente capturadas através de uma pequena rede de arrasto, durante o caminho até o local de pesca.

Leia-se : As iscas são transportadas pela embarcação e, por isto, é necessária a instalação de um pequeno tanque para o armazenamento das iscas vivas, que são geralmente capturadas através de uma pequena rede de arrasto, durante o caminho até o local de pesca.

Página : 8

Onde lê-se : a. *Acondicionamento em gelo.* Este tipo prevê que a embarcação transporte desde o porto, uma quantidade suficiente de gelo para refrigerar o pescado a 0°C e mantê-lo nessa temperatura durante o resto da viagem. O porão deve possuir isolamento térmico, de tal maneira que o gelo não possa alterar o volume disponível para o pescado. O acondicionamento em gelo é largamente utilizado, por constituir-se num proceso eficaz de conservação. Apesar de ter um baixo custo de implantação e manutenção, este processo também possui uma restrição de tempo no mar, o qual não deve exceder a 15 dias.

Leia-se : a. *Acondicionamento em gelo.* Este tipo prevê que a embarcação transporte desde o porto, uma quantidade suficiente de gelo para refrigerar o pescado a 0°C e mantê-lo nessa temperatura durante o resto da viagem. O porão deve possuir isolamento térmico, de tal maneira que o gelo não possa alterar o volume disponível para o pescado. O acondicionamento em gelo é largamente utilizado, por constituir-se num proceso eficaz de conservação. Apesar de ter um baixo custo de implantação e manutenção, este processo também possui uma restrição de tempo no mar, o qual não deve exceder a 15 dias.

Página : 9

Onde lê-se : b. *Instalação Frigorífica* Contrapondo-se ao acondicionamento através do gelo, a instalação frigorífica possui um alto custo de instalação e manutenção, e sua temperatura normal de acondicionamento é de -35°C, prolongando-se com isto o tempo de permanência no mar até 6 meses, dependendo do tipo de peixe. A princípio, é possível afirmar que somente espécies de alto valor econômico, capturadas em zonas de pesca distantes, justificam uma embarcação com instalação frigorífica.

Leia-se : b. *Instalação Frigorífica* Contrapondo-se ao acondicionamento através do gelo, a instalação frigorífica possui um alto custo de instalação e manutenção, e sua temperatura normal de acondicionamento é de -35°C, prolongando-se com isto o tempo de permanência no mar até 6 meses, dependendo do tipo de peixe. A princípio, é possível afirmar que somente espécies de alto valor econômico, capturadas em zonas de pesca distantes, justificam uma embarcação com instalação frigorífica.

Página : 9

Onde lê-se : c. *Acondicionamento Mixto* É um sistema intermediário e se resume em refrigerar o porão do navio para a conservação do gelo.

Leia-se : c. *Acondicionamento Mixto* É um sistema intermediário e se resume em refrigerar o porão do navio para a conservação do gelo.

Página : 9

Onde lê-se : d. *Tanque de Pré-Esfriamento* Este tanque é indispensável de modo que o peixe, antes de ser acondicionado no porão, seja lavado e tenha suas víceras retiradas, a fim de evitar a perda do pescado por causa das baterias e elevadas cargas térmicas no porão, o que provoca o derretimento do gelo.

Leia-se : d. *Tanque de Pré-Esfriamento* Este tanque é indispensável de modo que o peixe, antes de ser acondicionado no porão, seja lavado e tendo suas víceras retiradas, a fim de evitar a perda do pescado por causa das bactérias e elevadas cargas térmicas no porão, o que provoca o derretimento do gelo.

• CAPÍTULO 2

Página : 11

Onde lê-se : Os primeros sistemas computacionais aplicados à construção naval foram desenvolvidos no início dos anos 60, sendo hoje amplamente utilizados, possibilitando reduções de custos e tempo necessário para a elaboração de projeto e construção de um

- navio.
- Lei-se : Os primeiros sistemas computacionais aplicados à construção naval foram desenvolvidos no início dos anos 60, sendo hoje amplamente utilizados, possibilitando reduções de custos e tempo necessário para a elaboração de projeto e construção de um navio.
- Página : 12
- Onde lê-se : As linhas radiais indicam etapas do projeto e são designadas por algarismos romanos, iniciando do ciclo mais externo. Os ciclos da espiral representam uma seqüência sucessiva de refinamentos em aproximações. Cada ciclo da espiral é denominado por uma letra do alfabeto.
- Leia-se : As linhas radiais indicam etapas do projeto e são designadas por números romanos, iniciando do ciclo mais externo. Os ciclos da espiral representam uma seqüência sucessiva de refinamentos em aproximações. Cada ciclo da espiral é denominado por uma letra do alfabeto.
- Página : 15
- Onde lê-se : b. *O Sistema Arqnav* - programa desenvolvido em Linguagem QuickBasic, pelo Eng. C.G. VOLPI da Diretoria de Engenharia Naval, sendo próprio para computadores PC. Destina-se basicamente ao cálculo de Curvas de Bonjean, Curvas Hidrostáticas e Curvas de Estabilidade;
- Leia-se : b. *O Sistema Arqnav* - programa desenvolvido em Linguagem QuickBasic, C.G. VOLPI[19], sendo próprio para computadores PC. Destina-se basicamente ao cálculo de Curvas de Bonjean, Curvas Hidrostáticas e Curvas de Estabilidade;
- Página : 15
- Onde lê-se : d. *O Sistema Estável* - é um programa estruturado em linguagem Pascal programado pelo Eng. J.H. CABRERA, para operar em microcomputadores do tipo PC e destinado basicamente ao cálculo e verificação da estabilidade intacta, estabilidade considerando ondas, o efeito de superfícies livres, o balanço e ventos severos das embarcações pesqueiras;
- Leia-se : d. *O Sistema Estável* - é um programa estruturado em linguagem Pascal, J.H. CABRERA[33], para operar em microcomputadores do tipo PC e destinado basicamente ao cálculo e verificação da estabilidade intacta, estabilidade considerando ondas, o efeito de superfícies livres, o balanço e ventos severos das embarcações pesqueiras;
- Página : 15
- Onde lê-se : e. *O Sistema Transec* - programa desenvolvido em Linguagem Pascal pelo Prof. O. BRITO da **Escola Politécnica da USP**. Transec é um programa desenvolvido para otimizar o tempo gasto na síntese e na análise de estruturas transversais de embarcações. O programa utiliza conceitos racionais para a síntese da estrutura. É altamente amigável com o usuário e incorpora um módulo gráfico que facilita a visualização do modelo e dos resultados.
- Leia-se : e. *O Sistema Transec* - programa desenvolvido em Linguagem Pascal, O.BRITO[47]. Transec é um programa desenvolvido para otimizar o tempo gasto na síntese e na análise de estruturas transversais de embarcações. O programa utiliza conceitos racionais para a síntese da estrutura. É altamente amigável com o usuário e incorpora um módulo gráfico que facilita a visualização do modelo e dos resultados.
- Página : 17
- Onde lê-se : Como o presente programa utiliza diversos programas comerciais ou desenvolvidos no Departamento, o fluxo de dados e tipos de dados necessários para cada programa devem ser bem definidos. Assim, no final de execução do projeto o usuário deve ter gerado plantas e memorial de cálculo necessários para o projeto de uma embarcação.
- Leia-se : Como o presente programa utiliza diversos programas comerciais ou desenvolvidos no Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o fluxo de dados e tipos de dados necessários para cada programa devem ser bem definidos. Assim, no final de execução do projeto o usuário deve ter gerado plantas e memorial de cálculo necessários para o projeto de uma embarcação.

• CAPÍTULO 3

Página : 20

Onde lê-se : 3. DIMENSÕES PRINCIPAIS E COEFICIENTES INICIAIS

3.1 Cálculos Iniciais das Características da Embarcação Pesqueira

As dimensões e coeficientes de forma são gerados nesta sub-rotina, a partir dos dados iniciais solicitados ao armador através da tela. Esta definição de parâmetros e coeficientes tem sua origem em dois tipos de fontes:

a) Para uma estimativa preliminar do peso da embarcação pesqueira, pode-se calcular, basicamente, uma estimativa simplificada em relação aos diversos grupos de pesos, os quais são proporcionais ao Número Cúbico. O valor do Número Cúbico representa o volume do paralelepípedo circunscrito à embarcação que vai se projetar, e é definido pelas suas dimensões principais, que é uma combinação do comprimento, boca e pontal da embarcação que se deseja projetar. O valor é definido pela seguinte relação:

$$C_{uno} = \frac{Lwl.B.D}{100} \quad (3.1)$$

Tendo em conta que a participação das forças que atuam no navio é principalmente uma função da dimensão da sua massa, a suposição que os pesos variem linearmente com o Número Cúbico é um ponto de vista razoável. O que deve-se ter em consideração é que a dificuldade está no fato de que os métodos de

Leia-se : 3. DIMENSÕES PRINCIPAIS E COEFICIENTES INICIAIS

Seguindo as etapas da espiral de projeto o cálculo preliminar das dimensões principais e coeficientes iniciais, é uma etapa muito importante no projeto de navio. A partir das informações fornecidas pelo armador e de navios semelhantes, pode-se obter o dimensionamento inicial do navio em projeto.

Assim, este capítulo apresenta um método de estima das dimensões principais e coeficientes de forma iniciais que utiliza curvas de regressão obtidas dos navios semelhantes.

3.1 Cálculos Iniciais das Características da Embarcação Pesqueira

a) Para uma estimativa preliminar do peso da embarcação pesqueira, pode-se calcular os diversos grupos de pesos da embarcação os quais são proporcionais ao Número Cúbico. O valor do Número Cúbico representa o volume do paralelepípedo circunscrito à embarcação que vai se projetar, e é definido pelas suas dimensões principais, que é uma combinação do comprimento, boca e pontal da embarcação que se deseja projetar. O valor é definido pela seguinte relação:

$$C_{uno} = \frac{Lwl.B.D}{100} \quad (3.1)$$

onde:

Lwl = Comprimento da Linha de água

B = Boca

D = Pontal

Tendo em conta que a participação das forças de pressão que atuam no navio estão em função da dimensão da sua massa, a suposição que os pesos variem linearmente com o Número Cúbico. O que deve-se ter em consideração é que a dificuldade está no fato de que os métodos de subdividir o peso da embarcação pelos projetistas e os estaleiros não são os mesmos, de forma que este cálculo, às vezes, não é muito preciso.

Página : 21

Onde lê-se : As relações geométricas do casco, conforme BENFORD [9], mostram diferentes dimensões, pesos e centros dos principais tipos de embarcações pesqueiras com casco de aço construídos nos **ESTADOS UNIDOS**.

Leia-se : As relações geométricas do casco, conforme BENFORD [9], mostram diferentes dimensões, pesos e centros dos principais tipos de embarcações pesqueiras com casco de aço construídos nos *Estados Unidos*.

Página : 21

Onde lê-se : b) Relações e gráficos baseados em regressões feitas de navios semelhantes [10], tendo em conta suas dimensões principais e suas capacidades de potência e volume de porão.

- Os dados de entrada para o cálculo do modelo são: capacidade de pesca da embarcação por dia, velocidade do seviço e distância a percorrer pelo navio até a zona de pesca.
- Leia-se : b) Relações e gráficos baseados em regressões feitas de navios semelhantes [10], tendo em conta suas dimensões principais e suas capacidades de potência e volume de porão. Os dados de entrada para o cálculo são: capacidade de pesca da embarcação por dia, velocidade do seviço e distância a percorrer pelo navio até a zona de pesca.
- Página : 21
Onde lê-se : A primeira análise que se deve fazer quando se procura as principais dimensões de uma embarcação de pesca é relacionar a sua capacidade de porão.
- Leia-se : A primeira análise que se deve fazer quando se procura as principais dimensões de uma embarcação de pesca é sua capacidade de porão.
- Página : 22
Onde lê-se : ∇ = Volume do deslocamento total
Leia-se : ∇ = Volume do deslocamento total em m^3
- Página : 22
Onde lê-se : Este deslocamento está relacionado com o comprimento da embarcação, através de uma função polinômica de segundo grau, baseada na regressão de navios semelhantes.
- Leia-se : O deslocamento está relacionado com o comprimento da embarcação, através de uma função polinômica de segundo grau, baseada na regressão de navios semelhantes.
- Página : 22
Onde lê-se : a. *Comprimento de Linha de Água* - Num primeiro momento gera-se esta rotina pelo deslocamento do navio como uma consequência do volume da porão, e depois de efetuado o cálculo deste coeficiente efetua-se uma comparação com o resultado extraído do cálculo de pesos e centros. Ambos deslocamentos são comparados pela rotina, com uma margem de 10%. Se não forem iguais, o programa continuará calculando o deslocamento, assumindo como novo ponto de partida para este cálculo o desenvolvido pelos pesos e centros;
- Leia-se : a. *Comprimento de Linha de Água* - Num primeiro momento gera-se este parâmetro pelo deslocamento do navio como uma consequência do volume do porão. Depois do cálculo deste parâmetro efetua-se uma comparação com o comprimento extraído do cálculo de pesos e centros. Ambos deslocamentos calculados são comparados pelo programa. Se o erro for maior do que 10%, o programa continuará calculando o deslocamento, assumindo o novo deslocamento calculado pelos pesos e centros;
- Página : 23
Onde lê-se : c. *Calado e Pontal* - Estas duas equações são geradas como variáveis dependentes de uma regressão, onde a variável independente para ambos os casos termina sendo a boca do navio que estamos projetando;
- Leia-se : c. *Calado e Pontal* - Estas duas expressões são geradas como variáveis dependentes de uma equação de regressão, onde a variável independente para ambos os casos é a boca do navio que está sendo projetado;
- Página : 24
Onde lê-se : onde:

$$\Delta_{\text{navio leve}} = \Delta_{\text{aço}} + \Delta_{\text{superestrutura}} + \Delta_{\text{máquinas}} + \Delta_{\text{máquinas Auxiliares}} + \Delta_{\text{eq.convés}} + \Delta_{\text{eq.pesca}} \quad (3.6)$$
- Leia-se : onde:

$$\Delta_{\text{navio leve}} = \Delta_{\text{aço}} + \Delta_{\text{superestrutura}} + \Delta_{\text{máquinas}} + \Delta_{\text{máquinas Auxiliares}} + \Delta_{\text{eq.convés}} + \Delta_{\text{eq.pesca}} \quad (3.6)$$

 Δ = Deslocamento da embarcação
 Δ_{DWT} == Deslocamento do porão de carga
- Página : 26
Onde lê-se :
$$\Delta A_{\zeta 0} = C_s \cdot \frac{LBP \cdot B \cdot D}{100} \quad (3.7)$$

$$\Delta a_{\zeta o} = C_s \cdot CUNO \quad (3.8)$$

$$KG_{A\zeta o} = 0.5 \cdot D \quad (3.9)$$

$$LCG_{A\zeta o} = 0.5 \cdot Lwl \quad (3.10)$$

Leia-se : $\Delta A_{\zeta o} = C_s \cdot \frac{LBP \cdot B \cdot D}{100} \quad (3.7)$

$$\Delta a_{\zeta o} = C_s \cdot CUNO \quad (3.8)$$

$$KG_{A\zeta o} = 0.5 \cdot D \quad (3.9)$$

$$LCG_{A\zeta o} = 0.5 \cdot Lwl \quad (3.10)$$

onde:

$\Delta A_{\zeta o}$ = Deslocamento de aço

C_s = Coeficiente de cálculo do deslocamento do aço

L_{BP} = Comprimento entre perpendiculares

$Cuno$ = Número Cúbico

Página : 26

Onde lê-se : Para podermos calcular o valor do coeficiente(C_s) tivemos que representar o gráfico através de uma curva, onde a variável independente é o Número Cúbico.

Leia-se : Para podermos calcular o valor do coeficiente(C_s) se representou o gráfico através de uma curva de interpolação, onde a variável independente é o Número Cúbico.

Página : 27

Onde lê-se : *c. Peso da Máquina Principal* - O peso da máquina principal é calculado junto com o redutor, os acessórios do sistema elétrico, linha de eixo, óleo lubrificante, sistema de óleo e refrigeração. Também é realizado com engrenagens, início do sistema e controles de ar. O resultado deste peso é em função da potência instalada. A máquina principal é definida pela rotina do programa, de acordo com a base de dados de motores, como se mostra no Anexo 1. O programa testa a localização dos centros da máquina principal, de acordo com o comprimento da embarcação, tendo em conta o seguinte critério: se o comprimento da embarcação for maior do que 35 metros, a praça de máquinas deverá estar na ré da embarcação, e se o comprimento for menor do que 35 metros, a localização da praça de máquinas deverá estar na proa da embarcação que estamos projetando.

Leia-se : *c. Peso da Máquina Principal* - O peso da máquina principal é calculado junto com o redutor, os acessórios do sistema elétrico, linha de eixo, óleo lubrificante, sistema de óleo e refrigeração. O resultado deste peso é em função da potência instalada. A máquina principal é definida pela rotina do programa, de acordo com a base de dados de motores, como se mostra no Anexo 1. O programa testa a localização dos centros da máquina principal, de acordo com o comprimento da embarcação, tendo em conta o seguinte critério baseado nos navios semelhantes pesquisados: se o comprimento da embarcação for maior do que 35 metros, a praça de máquinas deverá estar a ré da embarcação, e se o comprimento for menor do que 35 metros, a localização da praça de máquinas deverá estar na proa da embarcação que esta-se projetando.

Página : 27

Onde lê-se : $LCG_{maq} = 0.65 \cdot Lwl \Rightarrow Lwl \leq 3 \quad (3.16)$

Leia-se : $LCG_{maq} = 0.65 \cdot Lwl \Rightarrow Lwl \leq 35 \quad (3.16)$

Página : 27

Onde lê-se : *d. Peso das Máquinas Auxiliares* - O peso das máquinas auxiliares inclui todas as equipes da sala de máquinas e as equipes que estão relacionadas diretamente com a máquina principal. Está incluída, também, a maioria das máquinas auxiliares como: geradores, bombas de sentina e máquinas de refrigeração. Estes cálculos estão orientados mais no sentido do tamanho das equipes do que em relação à potência, e por

isso é analisado sob o ponto de vista do Número Cúbico. Os centros das máquinas auxiliares estão abaixo do critério assumido para a máquina principal, isto quer dizer que estão em relação ao comprimento da embarcação.

O valor de C_{Aux} é colocado na rotina do programa através de uma curva onde a variável independente é o Número Cúbico.

$$\Delta m a q . A u x . = C A U X . \frac{L B P . B . D}{100} \quad (3.18)$$

$$\Delta m a q . a u x . = C a u x . (C U N O) \quad (3.19)$$

$$K G m a q . a u x . = 0.3 . D \quad (3.20)$$

$$L C G m a q . a u x . = 0.60 . L w l \Rightarrow L w l \leq 35 \quad (3.21)$$

$$L C G m a q . a u x . = 0.40 . L w l \Rightarrow L w l > 35 \quad (3.22)$$

Leia-se : *d. Peso das Máquinas Auxiliares* - O peso das máquinas auxiliares inclui todos os equipamentos da sala de máquinas e os equipamentos que estão relacionadas diretamente com a máquina principal. Está incluída, também, a maioria das máquinas auxiliares como: geradores, bombas de sentina e máquinas de refrigeração. Estes cálculos estão orientados mais no sentido da dimensão dos equipamentos do que em relação à potência, e por isso é analisado sob o ponto de vista do Número Cúbico. Os centros de gravidade das máquinas auxiliares estão abaixo do critério assumido para a máquina principal, isto quer dizer que estão em relação ao pontal da embarcação.

O valor do coeficiente C_{Aux} encontra-se no programa através de uma curva onde a variável independente é o Número Cúbico.

$$\Delta m a q . A u x . = C A U X . \frac{L B P . B . D}{100} \quad (3.18)$$

$$\Delta m a q . a u x . = C a u x . (C U N O) \quad (3.19)$$

$$K G m a q . a u x . = 0.3 . D \quad (3.20)$$

$$L C G m a q . a u x . = 0.60 . L w l \Rightarrow L w l \leq 35 \quad (3.21)$$

$$L C G m a q . a u x . = 0.40 . L w l \Rightarrow L w l > 35 \quad (3.22)$$

onde:

$\Delta m a q . a u x$ = Deslocamento das Máquinas Auxiliares

Página : 28

Onde lê-se : *e. Peso das Equipes do Convés* - O peso das equipes do convés e equipe de acessórios, segundo GUEROULT [11], inclui detalhes tais como: timão, hélice, eixo, equipe de refrigeração, ventilação, calefação, escotilhas, etc. Estes cálculos podem ser utilizados para estimar o peso das equipes do convés. Esta relação mostra a influência do tamanho no peso da embarcação pesqueira, portanto, esta aumentará se aumentar o tamanho da embarcação. Isto explica porquê um navio de pesca tem que ter muitos aparelhos de pesca no convés para poder trabalhar.

Leia-se : *e. Peso dos Equipamentos do Convés* - O peso dos equipamentos do convés e equipamento de acessórios, segundo GUEROULT [11], inclui detalhes tais como: leme, hélice, eixo, equipe de refrigeração, ventilação, calefação, escotilhas, etc. Esta relação mostra a influência do tamanho no peso da embarcação pesqueira, portanto, esta aumentará se aumentar o tamanho da embarcação.

Página : 29

$$\text{Onde lê-se : } \Delta E q . d e c o v e s = C o . \frac{L B P . B . D}{100} \quad (3.23)$$

$$\text{Leia-se : } \Delta E q . d e c o n v e s = C o . \frac{L B P . B . D}{100} \quad (3.23)$$

Página : 29

$$\text{Onde lê-se : } \Delta E q . d e C o n v e s = C \ominus . (C U N O) \quad (3.24)$$

$$\text{Leia-se : } \Delta E p . d e c o n v e s = C \ominus . (C U N O) \quad (3.24)$$

Página : 29
 Onde lê-se : $K G_{eq.convés} = 1 \cdot D$ (3.25)
 Leia-se : $KG_{eq.convés} = 1 \cdot D$ (3.25)

Página : 29
 Onde lê-se : $LCG_{eq.convés} = 0.85 \cdot Lwl$ (3.26)
 Leia-se : $LCG_{eq.convés} = 0.85 \cdot Lwl$ (3.26)

Página : 30
 Onde lê-se : *g. Peso do Óleo da Embarcação* - Para estimar o deslocamento total da embarcação precisamos determinar o peso do óleo combustível, água doce e volume do pescado. Para calcular a quantidade de óleo combustível a ser empregado pela embarcação, partiremos do número total de dias gastos na viagem, tomando o C.E.C dado por cada motor que se escolher segundo a base de dados de motores, como se mostra no Anexo 1.
 Leia-se : *g. Peso do Óleo da Embarcação* - Para estimar o deslocamento total da embarcação é preciso determinar o peso do óleo combustível, água doce e volume do pescado. Para calcular a quantidade de óleo combustível a ser empregado pela embarcação, partamos do número total de dias gastos na viagem, tomando o consumo específico de combustível (C.E.C) dado por cada motor escolhido segundo a base de dados de motores, como se mostra no Anexo 1.

Página : 31
 Onde lê-se : $\Delta\text{água doce} = (\# \text{ de tripulantes}) \cdot (\text{total dias trabalhados}) \cdot (\text{galão/dia/homem})$ (3.34)
 Leia-se : $\Delta\text{água doce} = (\text{Número de tripulantes}) \cdot (\text{total dias trabalhados}) \cdot (\text{galão/dia/homem})$ (3.34)

Página : 31
 Onde lê-se : *i. Peso da Carga* - Para calcular o ΔDWT , a rotina do programa leva em conta primeiro, o tipo de fator de estiva desejado pelo armador.
 Leia-se : *i. Peso da Carga* - Para calcular o ΔDWT , a rotina do programa leva em conta primeiro, o fator de estiva desejado pelo armador.

Página : 31
 Onde lê-se : Os centros finais estão no programa, tomando-se como base a somatória de cada componente de pesos, e de acordo com as equações que seguem:
 Leia-se : Os pesos e centros de gravidade final estão no programa, tomando-se como base a somatória de cada componente de pesos e de acordo com as equações que seguem:

• CAPÍTULO 4

Página : 40
 Onde lê-se : Os planos de linha, de balizas e demais que se encontram num plano de linhas, todas são obtidas por meio da intersecção da superfície do casco, com planos. [12] Assim, não podem ser projetadas e traçadas como se fossem curvas independentes. As características da forma de uma, afetam a forma das outras; o projetista não pode perder de vista esta relação.
 Mesmo para quem está acostumado a interpretar os planos preparados e projetados pelos engenheiros e arquitetos, pode trazer confusão e dificuldade para compreender a forma do casco de uma embarcação pesqueira.
 Leia-se : Os planos de linha de balizas, são obtidos por meio da intersecção da linha de água com a superfície do casco em diferentes planos.[12] Assim, não podem ser projetadas e traçadas como se fossem curvas independentes.
 Página : 41
 Onde lê-se : É feita a análise das características funcionais do casco como: hidrodinâmica, estabilidade, arranjo estrutural, arranjo geral, etc.
 Leia-se : É feita a análise das características funcionais do casco como: hidrodinâmica, estabilidade, arranjo estrutural, arranjo geral, etc.

- Página : 42
Onde lê-se : Este capítulo apresenta os diferentes planos desenhados na tela do computador, através de programas para microcomputadores compatíveis com IBM-PC, permitindo o acompanhamento mais de perto do usuário, e facilitando o aperfeiçoamento no desenvolvimento do casco de embarcações deste tipo.
- Leia-se : Nesta parte da dissertação apresentam-se os diferentes planos de linhas da embarcação desenhados na tela do computador, através de programas para microcomputadores compatíveis com IBM-PC.
- Página : 42
Onde lê-se : O propósito deste capítulo é proporcionar ao usuário ou armador, o plano de linhas e as diferentes vistas do navio que está sendo projetado de uma maneira fácil e rápida, dentro de um programa de desenho de computador chamado MicroStation.
O programa MicroStation v.5, proporcionado pelo *Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo*, se caracteriza por ser um sistema formulado dentro da filosofia de capacidade gráfica.
Para obter o desenho do plano de linhas no programa MicroStation, precisa-se de um arquivo, o qual será gerado de acordo com as dimensões do navio, conforme o projeto que se encontra no arquivo INTEGRA.DAT.
- Leia-se : O propósito deste capítulo é proporcionar ao usuário de uma maneira fácil e rápida, o plano de linhas do navio que está sendo projetado.
O programa MicroStation v.5, se caracteriza por ser um sistema formulado dentro da filosofia de possuir alta capacidade gráfica.
Para obter o desenho do plano de linhas no programa MicroStation, precisa-se de um arquivo, o qual será gerado de acordo com as dimensões do navio em projeto, que se encontra no arquivo INTEGRA.DAT.
- Página : 43
Onde lê-se : A utilização do programa MicroStation é inicializada a partir de informações sobre a embarcação e dados de entrada organizados de modo semelhante a uma tabela de cotas tradicional.
- Leia-se : A partir de informações sobre a embarcação e dados de entrada organizados de modo semelhante a uma tabela de cotas tradicional, o programa MicroStation desenha o plano de linhas.
- Página : 44
Onde lê-se : Em nosso caso foram utilizadas para este desenho, curvas do tipo "Place Curve e Place Line".
- Leia-se : Neste caso foram utilizadas para este desenho, curvas do tipo "Place Curve e Place Line".
- Página : 44
Onde lê-se : Este programa de desenho requer, para sua realização dos planos, de um arquivo texto de entrada [13], no qual desenha os cascos, como se mostra no Anexo 2.
- Leia-se : Este programa de desenho requer para sua realização de um arquivo texto padrão de entrada (UST1.TXT ou UST2.TXT) [13], no qual desenha os cascos, como se mostra no Anexo 2.
- Página : 45
Onde lê-se : b) Com a ajuda do programa Plano de Linhas, o qual gera um arquivo de entrada de dados com extensão .TXT, automaticamente altera-se tomando-se como base os coeficientes Kx, Ky e Kz.
- Leia-se : b) Com a ajuda do programa Plano de Linhas, que gera um arquivo de entrada de dados com extensão .TXT, automaticamente altera-se tomando-se como base os coeficientes Kx, Ky e Kz.
- Página : 45
Onde lê-se : Dois tipos de desenho de embarcações de pesca foram colocados para que o projetista tivesse, de forma rápida e precisa, uma noção global da embarcação que está procurando. Cabe aqui ressaltar, que o acesso a planos de linhas de formas modernas é muito difícil, porque constitui informação que não pode ser divulgada abertamente,

razão pela qual, em vez de basearmos-nos em projetos antigos de navios pesqueiros, preferimos apresentar só dois desenhos dos que pudemos tomar conhecimento.

Leia-se : Dois tipos de desenho de embarcações de pesca foram colocados no Anexo 2, para que o projetista tenha de forma rápida e precisa, uma noção global da embarcação que está procurando. Cabe aqui ressaltar, que o acesso a planos de linhas de formas modernas é muito difícil, porque constitui informação que não pode ser divulgada abertamente, razão pela qual, em vez de ser baseada em projetos antigos de navios pesqueiros, foi melhor apresentar só dois plantas modernas dos que pudemos tomar conhecimento.

Página : 46
Onde lê-se : a. *Navio 1* - De pequeno porte com um comprimento de casco de 28 mts
Leia-se : a. *Navio 1* - De pequeno porte com um comprimento de casco de 28 m

Página : 46
Onde lê-se : b. *Navio 2* - De médio porte, com um comprimento de casco de 48 mts
Leia-se : b. *Navio 2* - De médio porte, com um comprimento de casco de 48 m

Página : 50
Onde lê-se : d. Uma quarta figura, chamada de seções, pode ser observada na tela do computador como "*View 4-Right*", é talvez a mais difícil de compreender. Imaginemos que num certo ponto, a embarcação foi cortada em duas e separada como duas metades, como é mostrado na Figura 4.8 e Figura 4.9.

Leia-se : d. Uma quarta figura, chamada de seções, pode ser observada na tela do computador como "*View 4-Right*", pareceria que num certo ponto, a embarcação foi cortada em duas e separada como duas metades, como é mostrado na Figura 4.8 e Figura 4.9.

• CAPÍTULO 5

Página : 55
Onde lê-se : As curvas que definem as características hidrostáticas do casco de uma embarcação são:
Leia-se : As curvas que definem as características hidrostáticas do casco de uma embarcação são:

Página : 55
Onde lê-se : Estas características básicas são muito úteis para o projeto, a construção e a operação normal.
Leia-se : Estas características básicas são muito úteis para o projeto, a construção e a operação normal.

Página : 55
Onde lê-se : É habitual que se faça o traço do desenho de um navio tomando-se como base, cálculos efetuados nas curvas hidrostáticas, como uma propriedade da forma do casco em relação a diferentes calados e deslocamentos, de acordo com as várias condições de cargas; tais curvas são úteis para o estudo da estabilidade durante a fase do projeto da embarcação pesqueira, estas curvas são projetadas todas juntas num papel em grande escala, para que possam ser utilizadas pela tripulação da embarcação. Tais curvas são conhecidas como curvas de forma do navio ou curvas hidrostáticas.

Leia-se : É habitual que se faça os cálculos das curvas hidrostáticas tomando-se como base as linhas do casco do navio. A propriedade de forma do casco mudam com calados e deslocamentos. Tais curvas são úteis para o estudo da estabilidade durante a fase do projeto da embarcação, e são desenhadas todas juntas num papel em grande escala, para que possam ser utilizadas pela tripulação da embarcação. São conhecidas como curvas de forma do navio ou curvas hidrostáticas.

Página : 56
Onde lê-se : São usadas também no desenho preliminar, quando verifica-se a posição do centro de gravidade do barco, de forma tal que se ajuste ao estabelecido, pelos critérios de estabilidade e obtenha-se características apropriadas de trim, nestas curvas pode-se ver o deslocamento para um calado específico, leitura de calado dando o deslocamento, leitura do centro de flutuação no eixo vertical, leitura do centro de boiantes no

- endereço horizontal, leitura do centro longitudinal do plano da linha de água, etc.
- Leia-se : São usadas, também, no projeto preliminar, para verificar a posição do centro de gravidade do navio, de tal forma que se ajuste aos critérios de estabilidade e para obter características de trim. Nestas curvas pode-se ler o deslocamento para um determinado calado, leitura do centro de flutuação na direção vertical, leitura do centro de carena na direção horizontal, leitura do centro longitudinal do plano da linha de água, etc.
- Página : 56
- Onde lê-se : São curvas que informam para cada baliza dada, um determinado calado, a área imersa da seção; a cada baliza corresponde, portanto, uma só curva. Elas geralmente são plotadas ao longo do perfil do navio, podendo este perfil estar ou não fazendo parte do diagrama de Curvas Hidrostáticas.
- Leia-se : São curvas que mostram para cada baliza num determinado calado, a área imersa da seção. A cada baliza corresponde, portanto, uma só curva. Elas geralmente são desenhadas ao longo do perfil do navio, podendo este perfil estar ou não fazendo parte do diagrama de Curvas Hidrostáticas.
- Página : 58
- Onde lê-se : b. *Eixo das bocas médias* - Esta linha define o endereço da medida transversal da embarcação pesqueira. O sentido positivo que se dê aos pontos deste eixo podem ser tomados de bombordo a estibordo. Como os cascos projetados destes navios pesqueiros são simétricos, sua origem deve coincidir com o eixo de simetria da linha de popa à proa da embarcação.
- Leia-se : b. *Eixo das bocas médias* - Esta linha define a direção da medida transversal da embarcação. O sentido positivo dos pontos deste eixo podem ser tomados de bombordo a boreste. Como os cascos dos navios pesqueiros são simétricos, sua origem deve coincidir com o eixo de simetria da linha de popa à proa da embarcação.
- Página : 58
- Onde lê-se : c. *Eixo das cotas* - Esta linha define a direção vertical da embarcação, o sentido positivo pode ser definido da linha base até emcima e sua origem deve partir desde a linha base.
- A seguir, estes três eixos de coordenadas onde se definem todas as medidas que descrevem o casco da embarcação pesqueira, é mostrado na Figura 5.2.
- O programa Arqnav foi desenvolvido em quatro partes importantes, as quais desenvolvem os diferentes cálculos necessários, para definir todas as características básicas da embarcação que estamos precisando, e elas são:
- Leia-se : c. *Eixo das cotas* - Esta linha define a direção vertical da embarcação, o sentido positivo pode ser definido da linha base até o convés e sua origem deve partir desde a linha da base.
- A seguir, estes três eixos de coordenadas onde se definem todas as medidas que descrevem o casco da embarcação pesqueira, são mostrados na Figura 5.2.
- O programa Arqnav foi desenvolvido em quatro partes importantes, as quais desenvolvem os diferentes cálculos necessários para definir todas as características básicas da embarcação que está sendo projetado, elas são:
- Página : 59
- Onde lê-se : Através deste, o programa faz a atualização dos dados da embarcação pesqueira, permitindo ao usuário a perfeita definição da geometria do casco.
- Leia-se : Através da definição do casco o programa faz a atualização dos dados da embarcação pesqueira, permitindo ao usuário a perfeita definição da geometria do casco.
- Página : 61
- Onde lê-se : Depois da determinação destes coeficientes lê-se o arquivo do navio padrão, e de acordo com o comprimento, escolhe-se com o qual se vai trabalhar. O formato do arquivo padrão é mostrado no Anexo 3, logo efetuando-se a multiplicação dos valores do comprimento por K1, as bocas médias por K2 e as cotas por K3. Este procedimento repete-se para cada uma das balizas da embarcação.
- Leia-se : Depois da determinação destes coeficientes lê-se o arquivo do navio padrão, e de acordo com o comprimento, escolhe-se com o qual se vai trabalhar. O formato do

arquivo padrão é mostrado no Anexo 3, após este procedimento efetua-se a multiplicação dos valores do comprimento por K1, as bocas médias por K2 e as cotas por K3.

• CAPÍTULO 6

- Página : 65
Onde lê-se : Os cálculos de estabilidade do navio, são elaborados através do programa ESTÁVEL, o qual precisa de quatro arquivos de entrada. A compatibilização do sistema *INTEGRA* com o programa ESTÁVEL acabou criando estes quatro arquivos, baseando-se nos dados até agora gerados.
- Leia-se : Os cálculos de estabilidade do navio, são elaborados através do programa ESTÁVEL, o qual precisa de quatro arquivos de entrada. A compatibilização do sistema *INTEGRA* com o programa ESTÁVEL acabou criando estes quatro arquivos, baseados nos dados até agora gerados.
- Página : 65
Onde lê-se : Antes da publicação [20], ficava a cargo dos projetistas a escolha dos critérios que seriam adotados na verificação da estabilidade de cada navio, sendo que, basicamente, dois procedimentos distintos eram observados.
- Leia-se : Antes da publicação "*International Conference on Safety of Fishing Vessels*"[20], ficava a cargo dos projetistas a escolha dos critérios que seriam adotados na verificação da estabilidade de cada navio, sendo que, basicamente, dois procedimentos distintos eram observados.
- Página : 67
Onde lê-se : Os fatores que podem influenciar desfavoravelmente sobre a segurança em relação ao naufrágio, o mais grave dos acidentes são os seguintes:
- Leia-se : Os fatores que podem comprometer a segurança em relação ao naufrágio, o mais grave dos acidentes são os seguintes:
- Página : 67
Onde lê-se : Efeito de aparição de superfícies livres em consequência dos consumos realizados durante a navegação.
- Leia-se : Efeito de superfícies livres em consequência dos consumos realizados durante a navegação.
- Página : 67
Onde lê-se : Fixação inadequada com possível movimento de traslação do carregamento;
- Leia-se : Fixação inadequada de pesos eventuais com possível movimento de traslação do carregamento;
- Página : 68
Onde lê-se : Pressão estática do vento e efeito dinâmico;
- Leia-se : Pressão estática e efeito dinâmico do vento;
- Página : 68
Onde lê-se : Uma adequada estabilidade é um dos fatores mais importantes para a segurança, com o propósito de se obter uma segura resposta do navio quando está no mar. Os projetistas são responsáveis de dar ao navio esta segurança.
- Leia-se : Uma estabilidade adequada é um dos fatores mais importantes para a segurança, com o propósito de se obter uma segura resposta do navio quando está no mar.
- Página : 69
Onde lê-se : Os critérios para embarcações de pesca foram obtidos por métodos de análise estatística e cálculos como os utilizados por NADENSKI e JEAN [25], e THOMPSON [26].
- Leia-se : Os critérios para embarcações de pesca foram obtidos por métodos de análise estatística e cálculos como os utilizados por NADENSKI e JEAN [25], e THOMPSON [26].

- Página : 70
Onde lê-se : Em 1977 foi celebrada em Torremolinos, **ESPAÑA**, a “*International Conference on Safety of Fishing Vessel*” [20].
Leia-se : Em 1977 foi celebrada em Torremolinos, *Espanha*, a “*International Conference on Safety of Fishing Vessel*” [20].
- Página : 71
Onde lê-se : a. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre os ângulos de inclinação de 0° e 30° não deve ser inferior a 0.055 metro-radianos;
Leia-se : a. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre os ângulos de inclinação de 0° e 30° não deve ser inferior a 0,055 metro-radianos;
- Página : 71
Onde lê-se : b. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (Curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre 0° e 40° ou entre 0° e o ângulo de alagamento, caso este seja menor do que 40° , não deve ser inferior a 0.090 metro-radianos;
Leia-se : b. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (Curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre 0° e 40° ou entre 0° e o ângulo de alagamento, caso este seja menor do que 40° , não deve ser inferior a 0,090 metro-radianos;
- Página : 72
Onde lê-se : d. O braço de endireitamento correspondente ao ângulo de inclinação de 30° , não deve ser menor do que 0.20 metros;
Leia-se : d. O braço de endireitamento correspondente ao ângulo de inclinação de 30° , não deve ser menor do que 0,20 metros;
- Página : 72
Onde lê-se : f. A altura metacêntrica inicial não deve ser inferior a 0.35 metros;
Leia-se : f. A altura metacêntrica inicial não deve ser inferior a 0,35 metros;
- Página : 73
Onde lê-se : 6.2.2 Critério de Balanço e Eventos Severos
Leia-se : 6.2.2 Critério de Balanço e Ventos Severos
- Página : 73
Onde lê-se : O critério de balanço e eventos severos indicado pela **IMO** na resolução A.562(14) [32] é uma medida para determinar a capacidade de uma embarcação de pesca em resistir aos efeitos dos ventos e de balanços intensos. As embarcações de pesca devem satisfazer o critério contido em A-562(14) como se mostra na Figura 6.2
Leia-se : O critério de balanço e ventos severos indicado pela **IMO** na resolução A.562(14) [32] é uma medida para determinar a capacidade de uma embarcação de pesca em resistir aos efeitos dos ventos e de balanços intensos. As embarcações de pesca devem satisfazer o critério contido em A-562(14) como se mostra na Figura 6.2
a. Sabe-se que a embarcação está sujeita a uma pressão de vento constante atuando na direção perpendicular à linha central da embarcação, resultando num braço de momento de inclinação devido aos ventos constantes (LW_1). A embarcação se inclina a um ângulo de equilíbrio (φ_0). Este ângulo de inclinação, produto da ação de um vento constante, não deve exceder os 16 graus.
- Página : 74
Onde lê-se : c. O navio está sujeito a uma rajada de pressão do vento, que resulta no braço de inclinação correspondente (Lw_2):
Leia-se : c. O navio está sujeito a uma rajada de vento, que resulta no braço de inclinação correspondente (Lw_2):

Página : 74
Onde lê-se : φ_0 = Ângulo de inclinação sob a ação de um vento constante (ângulo de equilíbrio, no qual não deve ultrapassar os 16 graus)
Leia-se : φ_0 = Ângulo de inclinação sob a ação de um vento constante (ângulo de equilíbrio, que não deve ultrapassar os 16 graus)

Página : 74
Onde lê-se : φ_f = Ângulo de inclinação no qual encontramos aberturas no casco, superestruturas ou pontes que não possam ser estanques à imersão.
Leia-se : φ_f = Ângulo de inclinação no qual encontra-se aberturas no casco, superestruturas ou pontes que não possam ser estanques à imersão.

Página : 75
Onde lê-se : Para embarcações com tanques de estabilização deve-se usar o efeito total de superfícies livres, para determinar GM usado no cálculo do ângulo de balanço.
Leia-se : Para embarcações com tanques de estabilização deve-se usar o efeito total de superfícies livres, para determinar o rádio metacêntrico (GM) usado no cálculo do ângulo de balanço.

Página : 75
Onde lê-se : Cada uma das condições de carregamento do navio são recomendadas segundo a “International Conference on Safety of Fishing Vessels” e o “Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels”
Leia-se : Cada uma das condições de carregamento do navio são recomendadas segundo a “International Conference on Safety of Fishing Vessels”[20] e o “Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels”[30].

Página : 77
Onde lê-se : *c. Arquivo com Dados cas Curvas Cruzadas - O qual gera o arquivo ESTAV3.DAT;*
Leia-se : *c. Arquivo com Dados das Curvas Cruzadas - O qual gera o arquivo ESTAV3.DAT;*

Página : 79
Onde lê-se : Também poderá acrescentar ou deletar algum deles segundo seu critério.
Leia-se : Também poderá acrescentar ou apagar algum deles segundo seu critério.

• CAPÍTULO 7

Página : 86
Onde lê-se : Neste artigo, os autores dão as diretrizes para possibilitar construir um programa, em linguagem de computador, com os métodos de regressão de dados, para estimar a ordem de grandeza de resistência destas embarcações, numa ampla faixa de número de FROUDE.
Leia-se : Neste artigo, os autores dão as diretrizes para criar um programa, com os métodos de análises estatísticos de regressão de dados, para estimar a ordem de grandeza de resistência destas embarcações, numa ampla faixa de número de FROUDE.

Página : 86
Onde lê-se : Os primeiros resultados do trabalho publicado pela “National Physical Laboratory” (NPL/FAO) relacionados aos dados de resistência de avanço para embarcações pesqueiras são descritos no “Terceiro congresso de Navios de Pesca” da FAO em Gothenburg-SWEDEN, 1965.
Leia-se : Os primeiros resultados do trabalho publicado pela “National Physical Laboratory” (NPL/FAO) relacionados aos dados de resistência de avanço para embarcações pesqueiras são descritos no “Terceiro congresso de Navios de Pesca” da FAO em Gothenburg-SWEDEN, 1965.[34]

Página : 87
Onde lê-se : Há aproximadamente um século, WILLIAM FROUDE, supôs que a resistência de um navio era composta de duas partes separadas e independentes:

- Leia-se : Há aproximadamente um século, *William Froude*, supôs que a resistência de um navio era composta de duas partes separadas e independentes:
- Página : 88
Onde lê-se : Todos os componentes da resistência total influenciam de um modo extremamente complexo. É costume, com objetivo de tratar a questão mais legível, considerar a resistência total como formada de quatro componentes principais, como segue.
- Leia-se : Todos os componentes da resistência total influenciam de um modo extremamente complexo. É costume considerar a resistência total como formada de quatro componentes principais, como segue.
- Página : 88
Onde lê-se : Isso não ocorre com as partículas que se encontram distâtes do corpo. Ainda que aquelas movem-se na mesma direção do movimento, cria-se uma gradiente de velocidade que varia de acordo com a distância da superfície do cuerpo até à correspondente ao fluxo potencial (quase zero), no limite exterior da influência do corpo em movimento sobre o fluido.
- Leia-se : Isso não ocorre com as partículas que se encontram distantes do corpo. Ainda que aquelas movam-se na mesma direção do movimento, cria-se uma gradiente de velocidade que varia de acordo com a distância da superfície do corpo até à correspondente ao fluxo potencial (quase zero), no limite exterior da influência do corpo em movimento sobre o fluido.
- Página : 90
Onde lê-se : a. Não sendo o navio uma placa plana, existe despêndio de energia adicional empregada em acelerar as partículas de água lateralmente.
- Leia-se : a. Não sendo o navio uma placa plana, existe perda de energia adicional empregada em acelerar as partículas de água lateralmente.
- Página : 92
Onde lê-se : O trabalho apresenta um método de cálculo da resistência, baseado nos resultados de 120 modelos de navios de pesca de arrasto, descritos no NPL "*National Physical Laboratory*". Os resultados dos ensaios foram adimensionalizados por um comprimento entre perpendiculares padrão de 200 pés.
- Leia-se : O trabalho apresenta um método de cálculo da resistência, baseado nos resultados de 120 modelos de navios de pesca de arrasto, descritos no NPL "*National Physical Laboratory*"[35] . Os resultados dos ensaios foram adimensionalizados por um comprimento entre perpendiculares padrão de 200 pés.
- Página : 93
Onde lê-se : No ponto de vista de fazer uma análise estatística de resultados de resistência, para um determinado tipo de navio, a apresentação ($C_R, V/\sqrt{L}$) tem a vantagem dos resultados poderem situar-se nos valores constantes de número de FROUDE constantes.
- Leia-se : Do ponto de vista de fazer uma análise estatística de resultados de resistência, para um determinado tipo de navio, a apresentação ($C_R, V/\sqrt{L}$) tem a vantagem dos resultados poderem situar-se nos valores constantes de número de FROUDE constantes.
- Página : 94
Onde lê-se : a. Para "trawlers" de aproximadamente 100 pés de comprimento, considera-se ótimo um coeficiente de seção mestra na faixa de 0.8 e 0.82, e um coeficiente prismático na faixa de 0.59 e 0.61;
- Leia-se : a. Para "trawlers" de aproximadamente 100 pés de comprimento, considera-se ótimo um coeficiente de seção mestra na faixa de 0,8 e 0,82, e um coeficiente prismático na faixa de 0,59 e 0,61;
- Página : 94
Onde lê-se : Os testes cobrem uma faixa de coeficientes prismáticos que vão desde 0.55 até 0.7, uma relação deslocamento-comprimento ($\Delta/(0.01L)^3$) numa faixa de valores de 200 até 500 e uma gama de relações V/\sqrt{L} que vão desde 0.7 a 1.5.
- Leia-se : Os testes cobrem uma faixa de coeficientes prismáticos que vão desde 0,55 até 0,7,

uma relação deslocamento-comprimento ($\Delta/(0,01L)^3$) numa faixa de valores de 200 até 500 e uma gama de relações V/\sqrt{L} que vão desde 0,7 a 1,5.

- Página : 95
Onde lê-se : Por outro lado, este método é orientado para determinação da resistência de navios com menos de 30 mts de comprimento de linha de água.
- Leia-se : Por outro lado, este método é orientado para determinação da resistência de navios com menos de 30m de comprimento de linha de água.
- Página : 96
Onde lê-se : Os primeiros resultados do estudo em conjunto do NPL e a FAO foram apresentados no "Terceiro Congresso de Embarcações Pesqueiras" em Goteberg, 1965.
- Leia-se : Os primeiros resultados do estudo em conjunto do NPL e a FAO foram apresentados no "Terceiro Congresso de Embarcações Pesqueiras" em Goteberg, 1965.[34]
- Página : 96
Onde lê-se : A informação destes 276 provas foi usada na análise de regressão. Todos estes ensaios de modelos foram realizados no tanque de testes na Europa, principalmente no Tanque Experimental de Construção Naval da Suécia.
Adicionou-se 337 testes de laboratório dos navios pesqueiros realizados em Tokyo. Foram feitos intercambios de informações, para se obter uma única análise de regressão. Todos estes dados auxiliaram na obtenção de parâmetros na faixa mais amplos, para se ter uma melhor faixa de validade para as variáveis.
- Leia-se : A informação das 276 provas foi usada na análise de regressão. Todos estes ensaios de modelos foram realizados no tanque de testes na Europa, principalmente no Tanque Experimental de Construção Naval da Suécia.
Adicionaram-se 337 testes de laboratório dos navios pesqueiros realizados em Tokyo. Foram feitos intercâmbios de informações, para se obter uma única análise de regressão. Todos estes dados auxiliaram na obtenção de parâmetros na faixa mais amplos, para se ter uma melhor faixa de validade para as variáveis.
- Página : 97
Onde lê-se : Um dos principais fatores para o desenvolvimento sistemático do projeto de embarcações pesqueiras, abaixo dos 100 metros de comprimento, é a determinação da sua resistência e eficiências propulsivas.
- Leia-se : Um dos principais fatores para o desenvolvimento sistemático do projeto de embarcações pesqueiras, abaixo dos 100m de comprimento, é a determinação da sua resistência e eficiências propulsivas.
- Página : 98
Onde lê-se : A análise de regressão estatística conduzida por DOUST, proporciona-nos os meios para podermos determinar a resistência de um navio pesqueiro.
- Leia-se : A análise de regressão estatística conduzida por DOUST, proporciona os meios para poder determinar a resistência de um navio pesqueiro.
- Página : 99
Onde lê-se : Após a embarcação pesqueira em projeto passar pelos programas anteriores, o usuário pode-se ter uma idéia das dimensões da embarcação que está projetando. Com esta definição das dimensões principais e coeficientes de forma pode-se determinar a resistência ao avanço da embarcação pesqueira.
- Leia-se : Após a embarcação pesqueira em projeto passar pelos programas anteriores, o usuário pode ter uma idéia das dimensões da embarcação que está projetando. Com a definição das dimensões principais e coeficientes de forma, pode-se determinar a resistência ao avanço da embarcação pesqueira.
- Página : 99
Onde lê-se : A escolha do trabalho de DOUST para estimar-se a resistência à propulsão está baseada na possibilidade de otimizar o casco e com isso derivar os principais parâmetros geométricos.

- Leia-se : A escolha do trabalho de DOUST [34] para estimar-se a resistência à propulsão está baseada na possibilidade de otimizar o casco e com isso derivar os principais parâmetros geométricos.
- Página : 99
- Onde lê-se : Os valores são dados pela série, para cada relação de velocidade-comprimento com valores dentro da faixa de 0,9, 0,95, 1,0, 1,05, 1,10, 1,15 e 1,2.
- Leia-se : Os valores são dados pela série, para cada relação de velocidade-comprimento com valores dentro da faixa de 0,9, 0,95, 1,0, 1,05, 1,10, 1,15 e 1,2.
- Página : 100
- Onde lê-se : Além disso, gera-se um arquivo de saída chamado RESIST.DAT, o qual contém a relação velocidade-comprimento (V/\sqrt{L}), velocidade de serviço (V_s) e a potência requerida(EHP), que servirá como dados de entrada para o programa propulsão.
- Leia-se : Além disso, gera-se um arquivo de saída chamado RESIST.DAT, o qual contém a relação velocidade-comprimento (V/\sqrt{L}), velocidade de serviço (V_s) e a Potência Requerida(EHP), que servirão como dados de entrada para o programa propulsão.
- Página : 102
- Onde lê-se : Geralmente, os valores V/\sqrt{L} encontram-se, para estes tipos de cascos, entre 0,9 e 1,2 quando se trata de navios pesqueiros de mais de 30 metros de comprimento.
- Leia-se : Geralmente, os valores V/\sqrt{L} encontram-se, para estes tipos de cascos, entre 0,9 e 1,2 quando se trata de navios pesqueiros de mais de 30m de comprimento.
- Página : 102
- Onde lê-se : Para altas relações de V/\sqrt{L} , a resistência por formação de ondas é particularmente sensível à relação deslocamento-comprimento ($\Delta/(L/100)^3$), particularmente nos pequenos arrastros com grandes calados e comprimentos pequenos que conduzem, inevitavelmente, a elevados valores da última relação citada.
- Leia-se : Para altas relações de V/\sqrt{L} , a resistência por formação de ondas é particularmente sensível à relação deslocamento-comprimento ($\Delta/(L/100)^3$), particularmente nos pequenos "trawlers" com grandes calados e comprimentos pequenos que conduzem, inevitavelmente, a elevados valores da última relação citada.
- Página : 102
- Onde lê-se : Com as formas de navios mercantes ordinários têm-se realizado numerosas experiências sistemáticas, e parece que têm sido estudados em profundidade todos os fatores principais que têm influência na resistência. Por outro lado, não existem muitos testes feitos com modelos para o caso de navios pesqueiros, e por conseguinte, na atualidade não existem muitos resultados para poderem ser aplicados ao cálculo da resistência ou potência dos mesmos com qualquer forma dada.
- Leia-se : Por outro lado, não existem muitos testes feitos com modelos para o caso de navios pesqueiros, e por conseguinte, na atualidade não existem muitos resultados para poderem ser aplicados ao cálculo da resistência ou potência dos mesmos com qualquer forma dada.
- Página : 103
- Onde lê-se : Dos dados recompilados pela NPL sobre navios pesqueiros, mostrou-se que L/B , B/H , C_m , C_p , L_{cb} , $1/2(\alpha_e)$, $1/2(\alpha_r)$, (α_{BS}) e trim são parâmetros principais para estas embarcações.
- Leia-se : Dos dados recompilados pela NPL[34] sobre navios pesqueiros, mostrou-se que L/B , B/H , C_m , C_p , L_{cb} , $1/2(\alpha_e)$, $1/2(\alpha_r)$, (α_{BS}) e trim são parâmetros principais para estas embarcações.
- Página : 103
- Onde lê-se : O critério para a expressão de resistência (C_r) é em função de nove parâmetros de dimensões e formas, no qual a função é estimada independentemente para cada razão de velocidade-comprimento.

Leia-se : A expressão do coeficiente de resistência (C_r) está relacionada com nove parâmetros de dimensões e formas da embarcação. Este coeficiente é estimado para cada relação de velocidade-comprimento.

Página : 103

Onde lê-se : Para fazer comparações válidas de desempenho e cálculos de resistências, toda a informação esteve padronizado no comprimento de um modelo de 16 pés (4.877m).

Leia-se : Para fazer comparações válidas de desempenho e cálculos de resistências, toda a informação está padronizada no comprimento de um modelo de 16 pés (4.877m).

Página : 104

Onde lê-se : A expressão que define a potência efetiva é dada pelos "*Computer-aided studies of fishing boat hull resistance*":

Leia-se : A expressão que define a potência efetiva é dada pelos "*Computer-aided studies of fishing boat hull resistance*":[34]

Página : 104

Onde lê-se : Para calcular a superfície molhada da embarcação nos baseamos na fórmula dada por C.PREYSLER [41]:

Leia-se : Para calcular a superfície molhada da embarcação toma-se como base a fórmula dada por C.PREYSLER [41]:

Página : 106

Onde lê-se : de Escritura

Leia-se : de Impresão

Página : 108

Onde lê-se : Escribe

Leia-se : Escreve

• CAPÍTULO 8

Página : 109

Onde lê-se : A resistência é um dado do que precisa o programa propulsão para calcular todos os coeficientes do propulsor.

Leia-se : A resistência é um dado necessário ao programa propulsão que calcula todos os coeficientes do propulsor.

Página : 109

Onde lê-se : Como todo equipamento mecânico, o sistema de propulsão de um navio (motor - linha de eixos - hélice) tem um rendimento menos de 100%, portanto, deve dispor-se de uma margem de potência considerável no motor principal acima da requerida, para vencer a resistência do casco.

Leia-se : Como todo equipamento mecânico, o sistema de propulsão de um navio (motor - linha de eixos - hélice) tem um rendimento menor do que 100%, portanto, deve dispor-se de uma margem de potência no motor principal acima da requerida, para vencer a resistência do casco.

Página : 109

Onde lê-se : Além dos coeficientes propulsivos, calcula-se os coeficientes de empuxo(K_t), de torque(K_Q), de avanço(J),

Leia-se : Além dos coeficientes propulsivos, calculam-se os coeficientes de empuxo(K_t), de torque(K_Q), de avanço(J),

Página : 110

Onde lê-se : Os resultados destas duas condições são jogados nos arquivos de saída chamados HÉLICE.C_L e HÉLICE.ARR.

- Leia-se : Os resultados destas duas condições são colocados nos arquivos de saída chamados HÉLICE.C_L e HÉLICE.ARR.
- Página : 110
Onde lê-se : O cálculo de coeficiente de esteira, o diâmetro da hélice e o coeficiente de redução da força propulsora foram feitos a partir de uma curva tirada em função da relação Boca-Comprimento(B/L), tiradas dos gráficos que são expostos por J. FYSON [1], "*Design of Small Fishing Vessels*", e reproduzidos no Anexo 6.
- Leia-se : O cálculo de coeficiente de esteira, o diâmetro da hélice e o coeficiente de redução da força propulsora foram feitos a partir de uma curva tirada em função da relação Boca-Comprimento(B/L), extraídas dos gráficos que são expostos no "*Design of Small Fishing Vessels*" [1], e reproduzidos no Anexo 6.
- Página : 111
Onde lê-se : Esta gradiente de velocidade afeta toda a zona da popa alterando a velocidade da água que entra no disco propulsor, este fenômeno é chamado de ESTEIRA; tem uma velocidade própria e constante na mesma direção e sentido do movimento do navio.
- Leia-se : Esta gradiente de velocidade afeta toda a zona da popa alterando a velocidade da água que entra no disco propulsor, este fenômeno é chamado de esteira; tem uma velocidade própria e constante na mesma direção e sentido do movimento do navio.
- Página : 111
Onde lê-se : Para poder calcular o Coeficiente de Esteira foi feita uma equação polinômica onde a variável independente segundo o gráfico de J. FYSON [1], está baseado na relação Boca-Comprimento, como é mostrada na seguinte expressão:
- Leia-se : Para poder calcular o Coeficiente de Esteira foi feita uma equação polinômial onde a variável independente segundo o gráfico de J. FYSON [1], está baseado na relação Boca-Comprimento, como é mostrada na seguinte expressão:
- Página : 111
Onde lê-se : Não podemos esquecer que neste gráfico existe uma correção por Coeficiente de Bloco (Cb), porque o gráfico foi feito tomando-se como base um $C_b = 0.45$. Se a embarcação em projeto possui um coeficiente de bloco diferente deste valor base corrigem-se os valores encontrados na curva.
- Leia-se : Não se pode esquecer que neste gráfico existe uma correção por Coeficiente de Bloco (Cb), porque o gráfico foi feito tomando-se como base um $C_b = 0,45$. Se a embarcação em projeto possui um coeficiente de bloco diferente deste valor base corrigem-se os valores encontrados na curva.
- Página : 112
Onde lê-se : Uma vez calculado o valor do Coeficiente de Esteira, o programa calcula a velocidade de avanço da embarcação em projeto, em todas as velocidades que sejam necessárias, segundo a formulação que está embaixo:
- Leia-se : Uma vez calculado o valor do Coeficiente de Esteira, o programa calcula a velocidade de avanço da embarcação em projeto, segundo a formulação abaixo:
- Página : 113
Onde lê-se : Para poder-se calcular o valor do Coeficiente de Redução da Força Propulsora, também, foi tirado de uma equação polinômica baseado no "*Design of Small Fishing Vessels*" [1]. A variável independente é a da relação Boca-Comprimento, segundo a referência anterior. Tem que se levar em conta, que os valores do diagrama devem ser 2/3 das correções que se realizaram para a esteira.
- Leia-se : O valor do coeficiente de redução da força propulsora (t), foi extraído de uma equação polinômial, baseado no "*Design of Small Fishing Vessels*" [1]. Os valores do diagrama da curva do coeficiente de redução da força propulsora devem ser 2/3 das correções feitas para o coeficiente de esteira.
- Página : 114
Onde lê-se : Uma vez obtido este valor, o programa faz um pequeno cálculo para encontrar o diâmetro da hélice do navio; a equação é descrita embaixo:

- Leia-se : Uma vez obtido este valor, o programa faz um pequeno cálculo para encontrar o diâmetro da hélice do navio; a equação é descrita abaixo:
- Página : 115
Onde lê-se : O EHP (Effective Horse Power) é aquela potência que o navio precisa para ser rebocado ou deslocado de um lugar para outro. Este dado é tirado do arquivo RESISTÊNCIA.DAT para cada valor da velocidade do navio.
- Leia-se : O EHP (Effective Horse Power) é a potência que o navio precisa para ser rebocado ou deslocado de um lugar para outro.
- Página : 115
Onde lê-se : É aquele coeficiente que expressa a relação entre o propulsor e o casco, ou seja, a relação que existe entre a potência efetiva(EHP) e a potência efetiva produzida pelo propulsor(THP). Este coeficiente é calculado internamente pela rotina do programa, com os valores de coeficiente de esteira e coeficiente de redução de força propulsora anteriormente tirados das equações polinômicas extraídas dos gráficos. Esta relação pode ser expressa da seguinte maneira:
- Leia-se : É o coeficiente que expressa a relação entre o propulsor e o casco, ou seja, a relação que existe entre a potência efetiva(EHP) e a potência efetiva produzida pelo propulsor(THP). Esta relação pode ser expressa da seguinte maneira:
- Página : 116
Onde lê-se : 8.2.5 Eficiência Relativa Rotativa (Err)
Leia-se : 8.2.5 Eficiência Relativa Rotativa (err)
- Página : 116
Onde lê-se : É o valor da eficiência do propulsor quando trabalha na popa da embarcação, são as diferenças que pode apresentar o propulsor na eficiência ao trabalhar em águas abertas. O valor deste coeficiente é solicitado na tela do computador como um dado de entrada para poder rodar o programa.
- Leia-se : É a relação da eficiência do propulsor quando trabalha em condições médias de mar e tempo entre a eficiência do propulsor no tanque de provas. O valor deste coeficiente é solicitado na tela do computador como um dado de entrada para poder rodar o programa.
- Página : 117
Onde lê-se : 8.2.6 Eficiência do Propulsor (E_p)
Leia-se : 8.2.6 Eficiência do Propulsor (e_p)
- Página : 117
Onde lê-se : Relação entre o empuxo desenvolvido pelo propulsor e a potência liberada por este.
Leia-se : Relação entre o empuxo fornecido pelo propulsor e a potência desenvolvida por este.
- Página : 118
Onde lê-se : A série de modelos de hélices convencionais mais divulgadas atualmente é a série B do "Canal de Experiências Hidrodinâmicas Holandesas" em Wageningen NSMB.
Leia-se : A série de modelos de hélices convencionais mais divulgadas atualmente é a série B do "Canal de Experiências Hidrodinâmicas Holandesas" em Wageningen NSMB.[42]
- Página : 121
Onde lê-se : a,b,c = Coeficientes das equações [42]
Leia-se : a,b,c = Coeficientes das equações segundo anexo 6.
- Página : 125
Onde lê-se : Desta maneira, pode-se saber como uma modificação das características de um deles afeta os outros dois.
Leia-se : Desta maneira, pode-se saber como uma modificação das características de um deles afeta aos outros dois.

- Página : 125
Onde lê-se : Não ocorre o mesmo quando se dá preferência à navegação livre, pois nem sempre o diâmetro máximo tem o rendimento ótimo (sobretudo se são fixadas as RPM).
- Leia-se : Não ocorre o mesmo quando se dá preferência à navegação livre, pois nem sempre o diâmetro máximo tem o rendimento ótimo (sobretudo se é fixada a rotação) .
- Página : 125
Onde lê-se : Determinação das claras;
Leia-se : Determinação das folgas;
- Página : 127
Onde lê-se : Todos estes cálculos dos valores do propulsor, tanto na condição de corrida livre como na condição de arrasto são mostrados de forma gráfica na tela do computador, como uma ajuda à visualização da integração do sistema casco-hélice-motor como se mostra na Figura 8.5, e jogados em dois arquivos resultantes, HELICE.C_L com os dados correspondentes à condição de corrida livre e no HELICE.ARR com os dados da condição de arrasto.
- Leia-se : Todos estes cálculos dos valores do propulsor, tanto na condição de corrida livre como na condição de arrasto são mostrados de forma gráfica na tela do computador, como uma ajuda à visualização da integração do sistema casco-hélice-motor como se mostra na Figura 8.5, e colocados em dois arquivos resultantes, HELICE.C_L com os dados correspondentes à condição de corrida livre e no HELICE.ARR com os dados da condição de arrasto.
- Página : 128
Onde lê-se : Uma mesma velocidade pode ser calculada para diversos valores da relação passo-diâmetro, com isto nós podemos alterar o passo, de tal maneira que atinja uma determinada velocidade com o menor consumo de potência, ou seja, com um coeficiente propulsivo(Cp) máximo.
- Leia-se : Uma mesma velocidade pode ser calculada para diversos valores da relação passo-diâmetro, com isto nós podemos alterar o passo, de tal maneira que se atinja uma determinada velocidade com o menor consumo de potência, ou seja, com um coeficiente propulsivo(Cp) máximo.
- Página : 130
Onde lê-se : As curvas (2) e (3) são geradas por um aumento de resistência da embarcação pela razão passo-diâmetro, de modo que a curva de potência do sistema casco-hélice passou de (1) para (2) ou (3), com isto o motor opera na curva de potência de operação contínua sem interrupção. O ponto de operação do sistema passa a ser (B) ou (C) onde o motor fornece uma potência menor, a uma rotação mais baixa.
- Leia-se : As curvas (2) e (3) são geradas por um aumento da relação passo-diâmetro (P/D), de modo que a curva de potência requerida do sistema casco-hélice passou de (1) para (2) ou (3), com isto o motor opera na curva de potência de operação contínua sem interrupção. O ponto de operação do sistema passa a ser (B) ou (C) onde o motor fornece uma potência menor, a uma rotação mais baixa.
- Página : 132
Onde lê-se : Os coeficientes que estão definidos no Programa PROPULSÃO para a curva do motor foram extraídos do “Manual Caterpillar” [43], como se mostram na seguinte equação:
- Leia-se : Os coeficientes que estão definidos no Programa PROPULSÃO para a curva do motor foram extraídos do “Manual Caterpillar” [43], como se mostra na seguinte equação:
- Página : 132
Onde lê-se : Neste programa será analisado o caso em que o casco que estamos projetando deva ser propelido a diferentes velocidades(Vp), o que se quer na resolução do programa é determinar o ponto de operação da hélice intersectando num só gráfico as curvas dos coeficientes KT, KQ e η com curvas de casco e curvas de potência do motor como se mostra na Figura 8.7.

Para a resolução deste sistema teve-se que montar toda uma formulação à que chamaremos ALGORITMO DE INTEGRAÇÃO, o que esta desenvolvido da seguinte maneira:

Leia-se : Neste programa será analisado o caso em que o casco que esta-se projetando deva ser propellido a diferentes velocidades(V_p), o que se quer na resolução do programa é determinar o ponto de operação da hélice intersectando num só gráfico as curvas dos coeficientes K_T , K_Q e η com curvas de casco e curvas de potência do motor como se mostra na Figura 8.7.

Para a resolução deste sistema teve-se que montar toda uma formulação à que chamaremos ALGORITMO DE INTEGRAÇÃO, o que esta desenvolvido da seguinte maneira:

Página : 133

Onde lê-se : Desta igualdade podemos calcular a rotação de serviço do propulsor (N_s) que é o valor em que a hélice deve trabalhar para que o casco que o usuário está projetando atinja à velocidade de serviço requerida (V_s).

Leia-se : Desta igualdade podemos calcular a rotação de serviço do propulsor (N_s) que é o valor em que a hélice deve trabalhar para que o casco que o usuário está projetando atinja à velocidade de serviço requerida (V_s).

Página : 133

Onde lê-se : Partindo da igualdade que o $K_t(\text{hélice}) = K_t(\text{navio})$ então procedemos com o cálculo do $K_t(\text{navio})$ para incorporá-lo dentro do gráfico K_t Versus J de hélices. Com o apoio dos gráficos das hélices do tipo B-TROOST poderemos realizar esta relação.

Leia-se : Partindo da igualdade que o $K_t(\text{hélice}) = K_t(\text{navio})$ então procede-se com o cálculo do $K_t(\text{navio})$ para incorporá-lo dentro do gráfico K_t Versus J de hélices. Com o apoio dos gráficos das hélices do tipo B-TROOST podera-se realizar esta relação.

Página : 134

Onde lê-se : Substituindo V_a e retirando a rotação da equação do coeficiente de avanço

Leia-se : Substituindo V_a e extraíndo a rotação da equação do coeficiente de avanço

Página : 135

Onde lê-se : Com as expressões já definidas do $K_t(\text{navio})$ e $K_t(\text{hélice})$ teremos:

Leia-se : Com as expressões já definidas do $K_t(\text{navio})$ e $K_t(\text{hélice})$ tem-se:

Página : 136

Onde lê-se : Com isto determina-se o coeficiente de empuxo do propulsor(K_{tp}) com o coeficiente de avanço do propulsor(J_p).

Leia-se : Com isto determina-se o coeficiente de empuxo do propulsor(K_{tp}) com o coeficiente de avanço do propulsor(J_p) segundo a equação (8.47), onde o programa só considera o valor positivo de (J_p), não podendo ser o (J_p) um valor negativo, este resultado não é considerado pelo programa.

Página : 137

Onde lê-se : Para a determinação da força de arrasto, não existe publicada uma fórmula que fornecesse este valor. Estabeleceu-se uma hipótese conforme o artigo de Dickson

Leia-se : Para a determinação da força de arrasto, não existe publicada uma fórmula que fornecesse este valor. Estabeleceu-se uma hipótese conforme o artigo de DICKSON[44]

Página : 137

Onde lê-se : Assim, nesta parte do programa, faz-se o cálculo da condição de arrasto,[44]. Esta consiste em estabelecer o trabalho, em arrastar uma rede a velocidades baixas que podem ser entre três ou quatro nós.

Leia-se : Assim, nesta parte do programa, faz-se o cálculo da condição de arrasto,[44]. Esta consiste em estabelecer a potência fornecida pela máquina principal, em arrastar uma rede a velocidades baixas que podem ser entre três ou quatro nós.

Página : 138

Onde lê-se : $V_N(4) = RT(4)$

(8.52)

$$VN(12) = RT(12) \quad (8.53)$$

Leia-se : Para uma velocidade de serviço do navio ($VN(4)$), calcula-se a resistência ($RT(4)$) (8.52)
 Para uma velocidade de serviço do navio ($VN(12)$), calcula-se a resistência ($RT(12)$) (8.53)

Página : 140
 Onde lê-se : 4. Curvas de eficiência
 Leia-se : 4. Curvas de eficiência, São mostradas na parte baixa da tela do computador, a fim de não sobrecarregar a figura. O usuário para completar a integração no ponto de interseção da curva do motor com a curva de potência requerida para cada relação passo-diâmetro, trazará uma linha vertical até a interseção da curva de eficiência correspondente à relação passo-diâmetro elegida, com o qual obterá-se o percentagem na escala de eficiência do propulsor.

Página : 140
 Onde lê-se : O movimento de um fluxo em torno de um corpo, estando em repouso ou movimento, provoca nele a variação correlativa de velocidades e pressões próprias de todo movimento de um fluxo "Teorema de Bernouilli", correspondendo um incremento de pressão a uma diminuição de velocidade e vice-versa.
 Leia-se : O movimento de um fluxo em torno de um corpo, estando em repouso ou movimento, provoca nele a variação correlativa de velocidades e pressões próprias de todo movimento de um fluxo segundo o "Teorema de Bernouilli", correspondendo um incremento de pressão a uma diminuição de velocidade e vice-versa.

Página : 140
 Onde lê-se : Estas cavidades, ao serem arrastadas pela corrente a zonas de maior pressão, diminuem e desaparecem. Este fenômeno é conhecido como Cavitação.
 Leia-se : Estas cavidades, ao serem arrastadas pela corrente a zonas de maior pressão, implodem e desaparecem. Este fenômeno é conhecido como Cavitação.

Página : 141
 Onde lê-se : A cavitação em hélices pode ser a causa das quedas de rendimento com perda do empuxo originando, às vezes, fortes vibrações. É importante projetar hélices que não sofram do fenômeno em intensidades perigosas.
 Leia-se : A cavitação em hélices pode ser a causa das quedas de rendimento com perda do empuxo originando, às vezes, fortes vibrações.

Página : 143
 Onde lê-se : Esta relação pode ser melhor apreciada se levarmos em conta a seguinte relação entre áreas projetadas:
 Leia-se : Esta relação pode ser melhor apreciada se leva-se em conta a seguinte relação entre áreas projetadas:

Página : 143
 Onde lê-se : $Ap(cav) > Ap \Rightarrow$ sim há cavitação
 Leia-se : $Ap(cav) > Ap \Rightarrow$ há cavitação .

Página : 144
 Onde lê-se : Ingresar:
 Leia-se : Fornecer:

Página : 144
 Onde lê-se : Eficiência de Transmissão (et)
 Leia-se : Eficiência de Transmissão (et)

Página : 146
 Onde lê-se : Escreve Arquivo (falso)
 Leia-se : Imprime Arquivo (falso)

Página : 147
Onde lê-se : Escriba Arquivo (verdade)
Leia-se : Imprima Arquivo (verdade)

• CAPÍTULO 9

Página : 153
Onde lê-se : O objetivo deste trabalho é sugerir um método automatizado, da síntese da seção mestra de um navio pesqueiro, utilizando-se como referência a norma da [45].
Leia-se : O objetivo deste capítulo é sugerir um método automatizado, da síntese da seção mestra de um navio pesqueiro, utilizando-se como referência a norma da [45].

Página : 153
Onde lê-se : O navio pesqueiro em projeto, como a maioria dos navios que desempenham esta função, possui formas arredondadas e não muito grandes, o que lhe confere esforços transversais maiores do que os longitudinais.
Leia-se : O navio pesqueiro em projeto, como a maioria dos navios que desempenham esta função, possui formas arredondadas, o que lhe confere esforços transversais maiores do que os longitudinais.

Página : 154
Onde lê-se : Este critério de projeto nos levou à adoção da estrutura de cavernamento transversal.
Leia-se : Este critério de projeto levou à adoção da estrutura de cavernamento transversal.

Página : 160
Onde lê-se : Depois de haver descrito todas as cargas que estão submetidas à estrutura do navio, mostramos nas seguintes figuras a maneira de resumir as cargas, mais as características que atuam e afetam a embarcação pesqueira, baseado nas normas das Sociedades Classificadoras.
Leia-se : Depois de haver descrito todas as cargas a que estão submetidas à estrutura do navio, mostra-se nas seguintes figuras a maneira de resumir as cargas, mais as características que atuam e afetam a embarcação pesqueira, baseado nas normas das Sociedades Classificadoras.

Página : 162
Onde lê-se : Para a determinação dos momentos fletores, nos basearemos na formulação feita no G.L.REGISTER.[45]
Para a determinação dos momentos adotar-se-á as convenções de signos onde os momentos fletores nos Alquebramentos serão positivos. Figura 9.8a. Os momentos fletores em Tosamento serão negativos, conforme é mostrado na Figura 9.8b.
Leia-se : Para a determinação dos momentos fletores, nos basearemos na formulação feita no G.L.REGISTER.[45]
Para a determinação dos momentos adotar-se-á as convenções de signos onde os momentos fletores nos Alquebramentos serão positivos. Figura 9.8a. Os momentos fletores em Tosamento serão negativos, conforme é mostrado na Figura 9.8b.

• CAPÍTULO 10

Página : 204
Onde lê-se : Ao mesmo tempo, o navio deverá ser suficientemente resistente para sustentar todos os aparelhos necessários e os peixes, recolhendo-os e processando-os. Terá que ser segura, para permitir a continuação do trabalho com a maior segurança e conforto.
Leia-se : Ao mesmo tempo, o navio deverá ser suficientemente resistente para sustentar todos os aparelhos necessários e os peixes, recolhendo-os e processando-os. Terá que ser seguro, para permitir a continuação do trabalho com a maior segurança e conforto.

Página : 207
Onde lê-se : Ao mesmo tempo, devem ser consideradas as manobras do navio e os aparelhos, tipo e localização do guincho, operação de aparelhos, segurança e proteção contra problemas de clima.

Leia-se : Ao mesmo tempo, devem ser consideradas as manobras do navio e os aparelhos, tipo e posição do guincho, operação de aparelhos, segurança e proteção contra problemas de clima.

Página : 208

Onde lê-se : O navio com uma praça de máquinas na popa tem menos movimento, e não requer que se passe o eixo através do porão, embora, o casco se faz mais cônico na popa e a localização do motor exige um deslocamento da antepara a proa, dando como resultado um porão pequeno, ou um porão que se encontra centrado bem na proa do centro de flutuação, assim o navio poderia modificar seu trim entre as condições de carga e descarga.

Leia-se : O navio com uma praça de máquinas na popa tem menos movimento, e não requer que se passe o eixo através do porão, embora, o casco se faz mais cônico na popa e a posição do motor exige um deslocamento da antepara a proa, dando como resultado um porão pequeno, ou um porão que se encontra centrado bem na proa do centro de flutuação, assim o navio poderia modificar seu trim entre as condições de carga e descarga.

Página : 209

Onde lê-se : O navio tem movimento mais violento, quando a praça de máquinas se encontra na proa, então é preciso a passagem do eixo através do porão. Com a praça de máquinas na proa, o porão tenderá uma melhor localização. Nas figuras 10.3 e 10.5, pode ser observada a disposição da praça de máquinas em relação ao porão.

Leia-se : O navio tem movimento mais violento, quando a praça de máquinas se encontra na proa, então é preciso a passagem do eixo através do porão. Com a praça de máquinas na proa, o porão terá um melhor aproveitamento do espaço disponível. Nas figuras 10.3 e 10.5, pode ser observada a disposição da praça de máquinas em relação ao porão.

Página : 209

Onde lê-se : Além disso, deve-se contar com um espaço amplo ao redor de todos os componentes da máquina principal para possibilitar serviços e reparações adequados.

Leia-se : Além disso, deve-se contar com um espaço amplo ao redor de todos os componentes da máquina principal para possibilitar serviços e reparações adequados.

Página : 210

Onde lê-se : Particularmente o padrão do navio deve contar com uma ponte onde se possa comandar o navio eficientemente, em navegação normal, alcançando maior efetividade e velocidade ao rastrear os peixes.

Leia-se : Particularmente o navio em projeto deve contar com uma ponte onde se possa comandar o navio eficientemente, em navegação normal, alcançando maior efetividade e velocidade ao rastrear os peixes.

Página : 211

Onde lê-se : Atender os mínimos valores regulamentados por sociedades classificadoras.

Leia-se : Atender aos mínimos valores regulamentados por sociedades classificadoras.

Página : 212

Onde lê-se : Na continuação mostramos detalhadamente o arranjo geral correspondente a cada uma das embarcações em que baseamos nosso trabalho, como uma maneira de ajuda atualizada para o projetista.

Leia-se : Na continuação se mostra detalhadamente o arranjo geral correspondente a cada uma das embarcações.

• CAPÍTULO 11

Página : 222

Onde lê-se : A partir da filosofia tradicional da Espiral de Projeto desenvolvida pelo professor J.H. EVANS [7], obtivemos como resultado os seguintes programas integrados:

Leia-se : A partir da filosofia tradicional da Espiral de Projeto desenvolvida pelo professor J.H. EVANS [7], obtive-se como resultado os seguintes programas integrados:

Bibliografia

- [1] FYSON, J., Design of small fishing vessels. Roma, FAO, 1985.
- [2] SCHIMIDT Jr.,P.G., Fishing methods and deck arrangements. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News, 1960. v.2.
- [3] MURAMATSU, S., Fishing methods and deck arrangements. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News, 1960. v.2.
- [4] KANASASHI, Y., Fishing methods and deck arrangements. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News, 1960. v.2.
- [5] MARTINEZ, J.P., A tecnologia CAD/CAM no Brasil. **Dados e Ideias**, v.8, n.58, p.65-8, 1983.
- [6] SANTOS, F., Fazer navios: uma tarefa a quatro mil maos. **Portos e Navios**, v.7, n.307, p. 22-7, 1985.
- [7] EVANS, J.H., Basic design concepts. **Asme Journal**, Nov. 1959.
- [8] D'ARCANGELO, A.M., Ship design and construction. New York, SNAME, 1981. p.13-6.
- [9] BENFORD, H., An analysis of U.S. fishing boats: dimensions, weights and costs. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News, 1960. v.2.
- [10] FAO FISHERIES REPORTS, Roma, v. 2-3, n. 29, 1966.
- [11] GUEROULT, E.R., An approach to the design of new types of fishing vessels. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News, 1960. v. 3, p.116-22.
- [12] LEWIS, E.V., **Principles of naval architecture**. 3ed. Jersey eitx, SNAME, 1988. V. 1.
- [13] ROBSON, Jr., Augusto, Manual do usuario do microstation. v. 1, São Paulo, Sisgraph.
- [14] NOWACKI, H.; REESE, D., Design and fishing of ship surface, computer aided hull design and production. Ann Arba, University of Michigan, 1984.
- [15] BARNHILL, R.E.; RIESENFELD, R.F., Computer aided geometric design. New York, Academic Press, 1974.
- [16] ROGERS, D.F.; ADAMS, J.A., Mathematical elements for computer graphics. New York, McGraw-Hill, 1976.
- [17] YANG, T.Y.; MOORE, C.J.; ANDERSON, D.C.; Geometrically nonlinear formulation of a 48 D.O.F. quadrilateral shell element with rational B-Spline geometry, **International Journal for Numerical Methods in Engineering**, v. 21, n. 2, p.317-28, 1985.
- [18] OKAN, M.B.; UMPLEBY, S.M., The use of B-Splines for the calculation of two-dimensional potencial flow around arbitrary bodies. In: **International Shipbuilding Progress**, v. 32, n. 370, p 151-55, 1985.
- [19] VOLPI, C., Arquinav 2.4. programa para calculos hidrostáticos. São Paulo, EPUSP, Departamento de Engenharia Naval, 1990.
- [20] INTERNATIONAL CONFERENCE ON SAFETY OF FISHING VESSELS, Torremolinos. 1977.
- [21] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, Safety study-uninspected commercial fishing. Estados Unidos, NTSB, 1987. (NTSB/SS_88/02)
- [22] RAHOLA, J., The judging of the stability of ship and the determination of the minimum amount of stability. Tese (Doutorado)_University of Finland.
- [23] RECOMMENDATION on intact stability for passenger and cargo ship under 100 metres in lenght. (Resolution A.167 (ES.IV) as amended by Resolution A.106 VII), 1968.
- [24] RECOMMENDATION on intact stability of fishing vessels , Resolution A.168 ES.IV, 1968.
- [25] NADEINSKI, V.P.; JEAN, J.E.L., The Stability of fishing vessels. In: **Transactions of the Royal Institution of Naval Architects**, v. 110, n. 1, p. 1-27, 1968.
- [26] THOMPSON, G.; TOPE, J.E., International considerations of intact stability standars , In: **Transactions of the Royal Institution of Naval Architects**, v. 112, n. 1, p. 43-67, 1970.
- [27] RECOMMENDATION on construction of fishing vessels affecting the vessel's stability and crew safety. (Resolution A.208 VII), 1971.
- [28] RECOMENDATION for a interim simplified stability criterion for decked fishing vessels under 30 metres in lenght, Resolution A.207 VII, 1971.
- [29] CODE of practice concerning the accuracy of stability information for fishing vessels, Resolution A.267 VIII, 1973.
- [30] CODE of safety for fishermen and fishing vessels: part b-safety and health requeriments for the construction and equipment of fishing vessels , 1975.

- [31] FAO-ILO-IMO, Voluntary guidelines for the design, construction and equipment of small fishing vessels, 1980.
- [32] RECOMMENDATION on a severe wind and rolling criterion (weather criterion) for the intact stability of passenger and cargo ship of 24 metres in length and over, Resolution A.562 14, 1985.
- [33] CABRERA TOVAR, J.H., Análise dos critérios de estabilidade de embarcações pesqueiras considerando ondas de popa e ventos severos, São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado)_Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.
- [34] HAYES, J.G.; ENGVALL, L.O., FAO, Computer-aided studies of fishing boat hull resistance. Roma, 1969.
- [35] DOUST, D.J., Statical analysis of resistance data for trawlers. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News. 1959. v. 2.
- [36] RIDGELEY, C., The resistance of the displacement-length ratio trawler series. In: Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers. v. 75, p. 51-78, 1967.
- [37] TAKAGI A.; INUI T.; NAKAMURA S. Graphical methods for power estimation of the fishing boats. s.l.; Fisheries Agency, 1950.
- [38] HELL, A., Resistance test with models of two fishing boats, Gothemberg-Sweden, 1968.
- [39] DOUST, D.J.; HAYES, J.G., A statistical analysis of FAO resistance data for fishing craft. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**, London, Fishing News, 1960, v. 2.
- [40] TRAUNG J.O.; DOUST D.J.; HAYES J.G.; New possibilities for improvement in the design of fishing vessels. In: TRAUNG, J.O. **Fishing boats of the world**. London, Fishing News, 1967, v. 3.
- [41] PREYSLER Carlos, Teoria do buque. Madrid, Ed. Naval, 1945, v. 1.
- [42] Troost L., Open water test series with modern propeller forms. s.l., N.E.C.I. 1951.
- [43] CATERPILLAR, Marine power systems-technical. Jun. 1988.
- [44] DICKSON W., An example of the process of selecting a trawl and matching it to towing power. Roma, FAO, 1968.
- [45] GERMANISCHER LLOYD REGISTER, Regras para classificação e construção de navios de aço. Hamburg, GL, 1982, v. 1.
- [46] AUGUSTO O.B., About shear stress in ship structures. April 1993. (notas de aula).
- [47] AUGUSTO O.B., Síntese racional automatizada da estrutura transversal de embarcações. In: Ipen Journal. n. 14, p. 97-109, Jun., 1994.
- [48] AUGUSTO O.B., A estrutura terciária do navio. São Paulo, 1995. (notas de aula).
- [49] TIMOSHENKO S.P., Mecânica dos sólidos. Rio de Janeiro, Ed. Livros Tecnicos e Cientificos, 1987.
- [50] HUGHES O.F., Ship structural design a rationally-based, computer-aided optimization approach, New York, Jhon Wiley, 1983.

SUMARIO

SUMARIO	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE ABREVIATURAS	
LISTA DE SIMBOLOS	
RESUMO	
ABSTRACT	

CAPÍTULO 1

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Linhas Gerais de Trabalho	1
1.2	Objetivos de Trabalho	1
1.3	Generalidades	2
1.4	Ambiente Operacional	5
1.4.1	Métodos mais Usados de Captura	6
1.4.2	Preservação dos Peixes	8

CAPÍTULO 2

2.	Metodologia Aplicada ao Projeto de Embarcações Pesqueiras de Pequeno e Médio Porte.	10
2.1	Aspectos Gerais	10
2.2	Novas Alternativas	11
2.3	Espiral de Projeto	12
2.4	O Programa Integra	13
2.4.1	Hardware e Software Básico	14
2.4.2	Fluxograma do Programa Integra	15
2.4.3	Fluxo de Dados	17

CAPÍTULO 3

3.	COEFICIENTES INICIAIS	20
3.1	Cálculos Iniciais das Características da Embarcação Pesqueira	20
3.1.1	Dimensões Dependentes	22
3.1.2	Coefficientes de Forma	24

3.1.3	Calculo de Pesos e Centros	24
3.2	Fluxograma do Programa Coeficientes Iniciais	32

CAPÍTULO 4

4.	PLANO DE LINHAS	40
4.1	Conceitos Preliminares	40
4.2	Automatização do Plano de Linhas	42
4.3	Definição e Manipulação da Forma do Casco	43
4.3.1	Definição da Forma do Casco	43
4.3.2	Manipulação do Desenho	44
4.4	Aplicação para Embarcações de Pesca	45
4.5	Implantação de Desenhos Futuros	51
4.6	Fluxograma do Programa Plano de Linhas	52

CAPITULO 5

5.	DETERMINAÇÃO DAS CURVAS HIDROSTATICAS	54
5.1	Conceitos Preliminares	54
5.1.1	Curvas Hidrostáticas	54
5.1.2	Curvas de Bonjean	55
5.1.3	Curvas Cruzadas de Estabilidade	56
5.2	Posicionamento do Navio no Eixo de Coordenadas	57
5.2.1	Definição do Casco	59
5.2.2	Curvas Hidrostáticas	59
5.2.3	Curvas de Bonjean	59
5.2.4	Curvas Cruzadas de Estabilidade	59
5.3	Casos de Aplicação	59
5.4	Automatização das Curvas Hidrostáticas	61
5.5	Fluxograma do programa Curvas Hidrostáticas	62

CAPITULO 6

6.	ESTABILIDADE	65
6.1	Revisão Bibliográfica	65
6.2	Critérios de Estabilidade	68
6.2.1	Critério de Estabilidade Intacta para Embarcações de Pesca	70
6.2.2	Critério de Balanço e Eventos Severos	73
6.4	Condições de Carregamento da Embarcação	

	Pesqueira	75
6.5	Ambiente Operacional	76
6.5.1	Elaboração de Arquivos	76
6.5.2	Arquivo de Descrição do Casco Estav1.Dat	77
6.5.3	Arquivo dos Componentes da Embarcação Estav2.Dat	77
6.5.4	Arquivo dos Dados das Curvas Cruzadas Estav3.Dat	79
6.5.5	Arquivo com as Propriedades Hidrostáticas	80
6.6	Fluxograma dos Programas	80

CAPITULO 7

7.	RESISTÊNCIA DO CASCO E CÁLCULO DA POTÊNCIA PARA EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS	86
7.1	Aspectos Gerais	86
7.2	Conceitos Preliminares	87
7.3	Resistência Total	88
7.3.1	Resistência de Atrito	88
7.3.2	Resistência por Formação de Ondas	89
7.3.3	Resistência de Forma ou Resistência Vertical	90
7.3.4	Resistência do Vento	91
7.4	Métodos de Cálculo de Resistência de Navios Pesqueiros	91
7.4.1	Primeiro Método de Cálculo da Resistência	92
7.4.2	Segundo Método de Cálculo da Resistência	94
7.4.3	Terceiro Método de Cálculo da Resistência	94
7.5	Equação de Regressão	95
7.6	Campo de Validade	97
7.7	Automatização do Cálculo da Resistência ao Avanço	99
7.8	Formas do Casco de Navios Usando a Série Sistemática de Doust	101
7.8.1	Definição das Variáveis	101
7.8.2	Avaliação dos Dados de Entrada	101
7.8.3	Dimensões Principais dos Navios	103
7.9	Cálculo da Potência	103
7.10	Fluxograma do Programa Resistência	105

CAPITULO 8

8.	PROPULSÃO	109
8.1	Cálculo de Coeficientes	110
8.1.1	Cálculos do Coeficiente de Esteira (W)	110

8.1.2	Cálculos da Redução da Força Propulsora (t)	112
8.1.3	Cálculos do Diâmetro do Propulsor (D)	114
8.2	Cálculos dos Coeficientes Propulsivos	114
8.2.1	Potência Efetiva (EHP)	115
8.2.2	Potência do Motor (BHP)	115
8.2.3	Eficiência do Casco (e_h)	115
8.2.4	Eficiência de Transmissão (e_t)	116
8.2.5	Eficiência Relativa Rotativa (E_r)	116
8.2.6	Eficiência do Propulsor (E_p)	117
8.2.7	Coeficiente Propulsivo (C_p)	117
8.3	Série Sistemática B-Troost para Cálculos de Hélices	118
8.4	Determinação do Conjunto Casco-Hélice-Motor	121
8.4.1	Curvas Características do Casco	122
8.4.2	Curvas Características do Propulsor	123
8.4.3	Curvas Características do Motor	123
8.5	Integração do Sistema Casco-Hélice-Motor	124
8.5.1	Cálculo da Curva do Casco	125
8.5.2	Cálculo do Propulsor	125
8.5.3	Curva do Motor	130
8.6	Algoritmo de Integração	132
8.7	Condição de Arrasto	137
8.8	Condição de Cavitação	140
8.9	Fluxograma do Programa Propulsão	143

CAPITULO 9

9.	PROJETO ESTRUTURAL DE UM NAVIO PESQUEIRO	153
9.1	Formulação do Problema	153
9.2	Critérios de projeto	154
9.2.1	A Estrutura do Navio	154
9.2.2	Determinação das Cargas	155
9.2.2.1	Convés	155
9.2.2.2	Costado	156
9.2.2.3	Fundo do Navio	160
9.3	Determinação do Momento Fletor	162
9.3.1	Determinação do Momento Fletor Total	162
9.3.1.1	Momento Fletor em Ondas	163
9.3.1.2	Momento Fletor em Águas Tranqüilas	165
9.3.1.3	Momento Fletor Total do Navio	167
9.4	Modelos de Cálculo da Estrutura Transversal	167
9.4.1	Tensão Primária	168
9.4.2	Tensão Secundária	169
9.4.3	Tensão Terciária	170
9.4.4	Cisalhamento Primário	171

9.5	Forças Cortantes Verticais devido a Ondas	176
9.6	Tensões Admissíveis	179
9.7	Margens de Corrosão	180
9.8	Cisalhamento em Perfis	180
9.9	Flambagem de Chapas Isotrópicas Simples	181
9.10	Flambagem da Grelha Ortotrópica	184
9.11	Estrutura Transversal	187
9.12	Composição de Tensões	191
9.13	Definição da Estrutura do Navio Pesqueiro	192
9.14	Definição dos Resultados da Análise Estrutural do Navio Pesqueiro	194
9.15	Fluxograma do programa Cálculo Estrutural	196

CAPITULO 10

10.	ARRANJO GERAL	204
10.1	Aspectos Gerais	204
10.2	Tipos de Arranjos do Convés	205
10.3	Partes mais Importantes na Distribuição do Navio	208
10.3.1	Porão de peixes	208
10.3.2	Praça de Máquinas	208
10.3.3	Alojamentos para a Tripulação	209
10.3.4	Super-Estrutura	210
10.3.5	Tanques	210
10.4	Determinação do Arranjo dos Navios	210

CAPITULO 11

11.	Conclusões e Recomendações	221
11.1	Resumo do Trabalho	221
11.2	Comentários Gerais	223
11.3	Conclusões	224
11.4	Futuras Recomendações	225

Anexos

Apêndice

Bibliografia

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Espiral de Projeto	13
Figura 2.2	Fluxograma do Programa INTEGRA	16
Figura 2.3	Fluxo de Dados do Programa INTEGRA	19
Figura 3.1	Coeficientes de Forma	25
Figura 3.2	Fluxograma do Programa Coeficientes Iniciais	33
Figura 4.1	Processo do Projeto da Forma do Casco	41
Figura 4.2	View1 Top Navio 1	47
Figura 4.3	View1 Top Navio 2	48
Figura 4.4	View2 Isometric Navio 1	48
Figura 4.5	View2 Isometric Navio 2	49
Figura 4.6	View3 Front Navio 1	49
Figura 4.7	View3 Front Navio 2	50
Figura 4.8	View4 Right Navio 1	50
Figura 4.9	View4 Right Navio 2	51
Figura 4.10	Fluxograma do Programa Plano de Linhas	53
Figura 5.1	Curvas de Bonjean	57
Figura 5.2	Posicionamento no Eixo de Coordenadas	58
Figura 5.3	Fluxograma do Programa Curvas Hidrostáticas	63
Figura 6.1	Crítério de Estabilidade Intacta	72
Figura 6.2	Crítério de Balanço e Ventos Severos	73
Figura 6.3	Fluxograma da Descrição do Casco	81
Figura 6.4	Fluxograma dos Componentes da Embarcação	82
Figura 6.5	Fluxograma das Curvas Cruzadas	83
Figura 6.6	Fluxograma das Curvas Hidrostáticas	84
Figura 7.1	Camada Limite	89
Figura 7.2	Ponto de Separação do Fluxo	89
Figura 7.3	Sistemas de Ondas	90
Figura 7.4	Fluxograma do Programa Resistência	106
Figura 8.1	Curvas Características dos Coeficientes	119
Figura 8.2	Curva Característica do casco	122
Figura 8.3	Curvas Características de KT e KQ	123
Figura 8.4	Curvas Características do motor	124
Figura 8.5	Integração Casco-Hélice-Motor em Condições de Corrida Livre	128
Figura 8.6	Curva de potência do motor versus potência requerida do casco	130
Figura 8.7	Integração Casco-Hélice	133
Figura 8.8	Integração Hélice-Motor em Condição de Arrasto	139
Figura 8.9	Fluxograma do Programa Propulsão	144
Figura 9.1	Carregamento do Convés Exposto	155
Figura 9.2	Coeficiente da posição dentro do navio	157
Figura 9.3	Carregamento do costado em cima da linha de flotação	158

Figura 9.4	Carregamento do costado abaixo da linha de fundo	159
Figura 9.5	Carregamento no fundo da embarcação	160
Figura 9.6	Desenho de distribuição das cargas no anel transversal do navio 1	161
Figura 9.7	Desenho de distribuição das cargas no anel transversal do navio 2	161
Figura 9.8a	Momento fletor em alquebramento	162
Figura 9.8b	Momento fletor em tosamento	162
Figura 9.9	Distribuição de momentos fletores em todo o comprimento do navio pesqueiro	165
Figura 9.10	Tensão secundária atuante na chapa	169
Figura 9.11	Tensão terciária atuante na espessura da chapa	171
Figura 9.12	Condições de contorno do anel estrutural do navio 1	172
Figura 9.13	Condições de contorno do anel estrutural do navio 2	173
Figura 9.14	Forças de pressão no anel transversal 1	173
Figura 9.15	Forças de pressão no anel transversal 2	174
Figura 9.16	Forças de cisalhamento no anel transversal do navio 1	174
Figura 9.17	Forças de cisalhamento no anel transversal do navio 2	175
Figura 9.18	Deformação da Estrutura Transversal do navio 1	175
Figura 9.19	Deformação da Estrutura Transversal do navio 2	176
Figura 9.20	Força Cortante em Alquebramento	177
Figura 9.21	Força Cortante em Tosamento	177
Figura 9.22	Distribuição das forças cortantes verticais devido a ondas no comprimento do navio	178
Figura 9.23	Orientação da unidade de chapeamento	181
Figura 9.24	Orientação da grelha do navio pesqueiro	184
Figura 9.25	Dimensionamento do perfil com chapa colaborante	187
Figura 9.26	Desenho do anel transversal do navio 1	189
Figura 9.27	Desenho do anel transversal do navio 2	190
Figura 9.28	Distribuição de tensões num ponto da chapa	191
Figura 9.29	Cubo das tensões tanto no ponto 1 como no ponto 2	191
Figura 9.30	Tensões atuantes na espessura da chapa	192
Figura 9.31	Faixa não considerada para Cálculo da Tensão Primária	193
Figura 9.32	Região de efeito de sombra de tensões no convés	194
Figura 9.33	Fluxograma do Programa Cálculo Estrutural	197
Figura 10.1	Arranjo do convés com super-estrutura na proa	206

Figura 10.2	Arranjo do convés com super-estrutura na popa	206
Figura 10.3	Arranjo Geral do Navio Padrão 1	215
Figura 10.4	Arranjo Geral de Tanques do Navio Padrão 1	216
Figura 10.5	Arranjo Geral do Navio Padrão 2	219
Figura 10.6	Arranjo Geral de Tanques do Navio Padrão 2	220

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Coefficientes de Forma	25
Tabela 4.1	Características das Embarcações	47
Tabela 6.1	Condições de Carregamento	76
Tabela 6.2	Tipo dos Componentes da Embarcação	78
Tabela 7.1	Campo de Validade	98
Tabela 7.2	Definição de Variáveis	101
Tabela 7.3	Dimensões Principais	103
Tabela 8.1	Série B-Troost	119
Tabela 8.2	Porcentagem de cavitação	142
Tabela 9.1	Distribuição do momento fletor no comprimento do navio	164
Tabela 9.2	Distribuição da força cortante vertical no comprimento do navio	178
Tabela 9.3	Tensão de flambagem real	183

LISTA DE ABREVIATURAS

ASME	=	American Society of Mechanical Engineers
BHP	=	Potência fornecida pelo motor
CUNO	=	Número cúbico
EHP	=	Potência requerida pelo sistema caso-hélice
FAO	=	Food and Agriculture Organization of the United Nations
gph	=	galões por hora
ITTC	=	International Towing Tank Conference
NPL	=	National Physical Laboratory
RINA	=	Royal Institution of Naval Architects
RPM	=	Revoluções por minuto
SNAME	=	The Society of Naval Architects at Marine Engineers
THP	=	Potência efetiva produzida pela hélice

LISTA DE SÍMBOLOS

Gerais

Δ	=	Deslocamento da embarcação (Tn)
∇	=	Volume deslocado pela embarcação (m ³)
B	=	Boca da embarcação
BHP	=	Potência fornecida pelo motor
C.E.C	=	Consumo específico de combustível(galões por hora)
C _{ALM}	=	Coefficiente de Almirantado
C _{AUX}	=	Coefficiente para o cálculo do peso das máquinas auxiliares
C _b	=	Coefficiente de bloco
C _m ,C _x	=	Coefficiente de secção mestra
C _o	=	Coefficiente para o cálculo do peso de equipamento no convés
C _p	=	Coefficiente prismático
C _s	=	Coefficiente para o cálculo do peso de aço
C _{uno}	=	Número Cúbico da embarcação $\left(\frac{Lwl.B.D}{100} \right)$
C _{wl}	=	Coefficiente de linha de água
D	=	Pontal da embarcação
H,T	=	Calado da embarcação
KG, VCG	=	Altura do centro de gravidade a partir da linha base
K _x	=	Coefficiente de variação da linha no eixo X
K _y	=	Coefficiente de variação da linha no eixo das ies
K _z	=	Coefficiente de variação da linha no eixo das zetas
LCG	=	Distância longitudinal do centro de gravidade desde a perpendicular de ré
Loa	=	Comprimento total da embarcação
L _{pp} ,L _{BP}	=	Comprimento entre perpendiculares
L _{wl}	=	Comprimento da Linha de água

V = Velocidade da embarcação

$V_{\text{porão}}$ = Volume do porão(m^3)

Estabilidade

φ = Ângulo de inclinação

φ_1 = Ângulo máximo de balanço

φ_2 = Ângulo de inundação(φ_f), ou 50 graus, ou φ_{c2} , ou qual seja menor

φ_{c1} = Ângulo da primeira interceptação da curva do braço do momento de inclinação correspondente a uma rajada de vento(LW2), e a curva de braços de endireitamento

φ_{c2} = Ângulo da segunda interceptação da curva do braço do momento de inclinação correspondente a uma rajada de vento (LW2), e a curva de braços de endireitamento

φ_f = Ângulo de inclinação no qual encontramos aberturas no casco (Ângulo de inundação)

φ_0 = Ângulo de inclinação sob a ação de um vento constante.

GZ = Braço de endireitamento

KM = Altura do metacentro da embarcação

LW₁ = Braço do momento de emborcamento devido a ventos constantes

LW₂ = Braço do momento de emborcamento correspondente a uma rajada de vento

MTC = Momento do trim unitário

Resistência e Propulsão

ρ = Densidade da água

σ = Índice de cavitação

v, σ_1 e ζ_1	=	Coeficientes de cavitação
η, e_p	=	Rendimento da hélice
σ_1	=	Coeficiente de empuxo
α_{BS}	=	Ângulo de Buttock
$\frac{1}{2}\alpha_e^\circ$	=	Semi-ângulo de entrada na linha de água
$\frac{1}{2}\alpha_r^\circ$	=	Semi-ângulo de saída
A_e	=	Área expandida das pás da hélice
A_e/A_o	=	Relação de áreas da hélice
A_p	=	Área projetada das pás da hélice
C_p	=	Coeficiente propulsivo
C_R	=	Coeficiente de resistência de Telfer
C_{R16}	=	Coeficiente de resistência do modelo de 16 pés
C_{RL}	=	Coeficiente de resistência da embarcação em projeto
D	=	Diâmetro do propulsor
E	=	Empuxo fornecido pelo propulsor
e_h	=	Eficiência do casco
e_r	=	Eficiência relativa rotativa
e_t	=	Eficiência de transmissão
F_n	=	Número de Froude ($V/\sqrt{L_{wl}}$)
g	=	Aceleração da gravidade
J	=	Coeficiente de Avanço
KQ	=	Coeficiente de Torque
K_t	=	Coeficiente de Empuxo
$l.c.b$	=	Posição longitudinal do centro da carena
N	=	Rotação do propulsor
P/D	=	Relação de hélice passo diâmetro
P_o	=	Pressão atmosférica
P_v	=	Pressão de vapor de água
Q	=	Torque do propulsor
R_T	=	Resistência ao avanço total da embarcação
S	=	Superfície molhada

t	=	Coeficiente da redução de empuxo
T	=	Empuxo do propulsor
trim	=	Diferença de profundida entre popa e a proa-trim
V_a	=	Velocidade de avanço da hélice
W	=	Coeficiente de esteira
Z	=	Número de pás

Cálculo Estrutural

ρ	=	Coeficiente de inclinação das cavernas de proa
σ_1	=	Tensão Primária
σ_2	=	Tensão Secundária
σ_3	=	Tensão Terciária
σ_p	=	Tensão de flexão longitudinal admissível
b	=	Largura da chapa
C_1	=	Cisalhamento Primário
C_1 e C_2	=	Coeficiente de onda
C_m	=	Coeficiente de posição do momento fletor sob o comprimento do navio
C_Q	=	Fator de distribuição sobre o comprimento do navio para a força cortante vertical devido a ondas
E	=	Coeficiente de Elasticidade do aço
I	=	Momento de Inércia do anel transversal a ser projetado
k	=	Fator obtido para tensões em chapas retangulares sob pressão uniforme
M_f	=	Momento fletor máximo
M_{sw}	=	Momento fletor devido a águas calmas
M_T	=	Momento fletor total da embarcação
M_w	=	Valor médio de momentos fletores devido a ondas em alquebramento e tosamento na secção da média nau

M_{WV}	=	Momento fletor devido a ondas
p	=	Pressão lateral na chapa
P_B	=	Carregamento no fundo da embarcação
P_o	=	Carregamento no convés
P_s	=	Carregamento no costado da embarcação
Q_w	=	Forças cortantes verticais devido a ondas
t	=	Espessura da chapa
W	=	Módulo de resistência do anel transversal
W_B	=	Módulo de resistência da secção transversal no fundo
W_D	=	Módulo de resistência da secção transversal no convés
Y_{ln}	=	Distância da linha neutra ao ponto onde se está calculando a tensão
Z_1	=	Distância vertical desde a parte da linha de água até o convés
Z_2	=	Distância vertical desde a linha de água até o fundo da embarcação

Flambagem da Chapa

v	=	Fator de segurança
α	=	Relação entre os lados da chapa
σ_{adm}	=	Tensão admissível
$\tau_{critica}$	=	Tensão crítica de cisalhamento
$\sigma_{critica}$	=	Tensão crítica de flexção
σ_e	=	Tensão de Euler
σ_{eq}	=	Tensão equivalente de Von Mises
σ_{esc}	=	Tensão de escoamento
a	=	Largura da chapa
b	=	Comprimento da chapa
K_τ	=	Coefficiente de flambagem de cisalhamento
K_σ	=	Coefficiente de flambagem de tensão

Flambagem da Grelha

a	=	Comprimento da grelha
a_i	=	Espaçamento entre transversais
b	=	Largura da grelha
f	=	Flange do perfil
h	=	Alma do perfil
J_x	=	Momento de inércia do perfil longitudinal incluindo chapa colaborante
J_y	=	Momento de inércia do perfil transversal incluindo chapa colaborante
t_f	=	Espessura da flange
t_h	=	Espessura da alma

RESUMO

Esta dissertação propõe um método computacional para projeto de navios pesqueiros de forma automatizada, calculando as dimensões principais, sistema propulsivo, estabilidade e arranjo geral básico, que atendam os requisitos operacionais definidos pelo armador, e que possa dar ao projetista meios para realizar a engenharia otimizada.

O objetivo primordial deste trabalho é a elaboração de um programa de computador, que reflita de uma maneira sistemática, a filosofia do projeto de uma embarcação pesqueira e os outros objetivos secundários foram gerados neste trabalho:

- Um programa de integração que defina as dimensões principais da embarcação, que analisem a estabilidade, sistema de propulsão e o arranjo estrutural da embarcação.

- Inovação do método tradicional da espiral de projeto para um sistema automatizado que sintetize cada uma das fases da espiral de projeto.

A integração dos programas já existentes, para que trabalhem conjuntamente num só sistema, de tal forma que o resultado de um seja o ponto inicial do seguinte;

Uma das características mais importantes deste programa é a quantidade mínima de entrada de dados, já que os dados serão lidos dos arquivos gerados pelos programas integrados.

ABSTRACT

This report propose a computer system for fishing vessels design, by an automatic way. The principals dimensions, propulsive system, stability and general arrangement can be obtained which attend the operational requirements defined by the owners and could give to the designer means to do the optimal engineering design.

The principal goal of this work is the elaboration of a computer program, which consist by an systematic way, the design philosophy of the fishing vessels. The following another secondary objetives were obtained:

A integrated program wich defines the principal dimensions of the vessel, stability analyses, propulsion systems and the structural arrangement of the vessel was developed.

Substitution of the traditional design spiral by an automated system in wich each phases of the design spiral is resumed.

The use of the existing programs and integrate them to work together inside a system. The output of one program should be the input of the other.

One of the most important characteristics of this program is the minimum quantity of input data, because the data will be read from the files created by the integrated programs.

CAPITULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 Linhas Gerais de Trabalho

Esta dissertação propõe um método computacional para projeto de navios pesqueiros de forma automatizada, fornecendo os valores de dimensões principais, sistema propulsivo, estabilidade e arranjo geral básicos, que atendam os requisitos operacionais definidos pelo armador, e que possa dar ao projetista meios para realizar a engenharia, a fim de obter um projeto ótimo.

1.2 Objetivos do Trabalho

O objetivo primordial deste trabalho é a elaboração de um programa de computador, que reflita de uma maneira sistemática, a filosofia do projeto de uma embarcação pesqueira.

Tem-se, também, como objetivos:

-Criar um programa de integração que defina as dimensões principais da embarcação, analise a estabilidade, sistema de propulsão e o arranjo estrutural da embarcação.

-Inovar o método tradicional da espiral de projeto a um sistema automatizado que sintetize cada uma das fases da espiral de projeto.

-Fazer uso dos programas já existentes e integrá-los, para que trabalhem conjuntamente num só sistema, de tal forma que o resultado de um seja o ponto inicial do seguinte;

-O programa de integração terá que ser de fácil acesso e rápida resposta. Uma das características mais importantes deste programa é a quantidade mínima de entrada de dados, já que os dados serão lidos dos arquivos gerados pelos programas integrados.

1.3 Generalidades

Antes de descrever esta metodologia de projeto, será feita uma breve explicação do processo de pesca.

O que é uma embarcação de pesca? A resposta a esta pergunta é aparentemente simples, mas pode não ser tão óbvia como parece, se considerarmos que dentro da classe “*Embarcação Pesqueira*” incluem-se diferentes navios tanto em tamanho como em função, como por exemplo um pequeno pesqueiro de madeira artesanal, ou um navio de processamento de mais de 80 metros de comprimento.

As diversas faces compreendidas no projeto de uma embarcação pesqueira são influenciadas por muitos fatores, que às vezes são impostos pelo armador, de acordo com a função que a embarcação realize. Em outras ocasiões, para os

estaleiros, no que se refere a seus processos ou técnicas de construção, deve-se aplicar os critérios estabelecidos pelos diversos regulamentos e diferentes Sociedades Classificadoras aplicáveis a estes tipos de embarcações.

Atualmente, na Engenharia Naval, o computador ocupa uma posição importante na execução do projeto do navio em todas as suas fases. Este instrumento possibilita a geração de inúmeros tipos de embarcações e a avaliação dos custos associados a cada um destes, dando ao usuário uma série de informações básicas para a execução do projeto final da embarcação.

Com a ajuda do computador para o desenvolvimento do projeto de um navio, obtém-se uma sistematização do cálculo, propiciando com isto que novas embarcações pesqueiras tenham todas as vantagens técnicas para sua adequação ao meio em que irá trabalhar, tornando o custo do projeto significativamente menor.

Tratando-se de navios pesqueiros, estes avanços computacionais foram muito importantes porque, no passado, a maioria das embarcações pesqueiras foram construídas com conhecimentos empíricos, carecendo de um certo grau de conhecimentos técnicos.

Hoje em dia trabalha-se muito no modelamento, que permite a sintetização e análise de um grande número de problemas que eram encontrados quando se desenvolviam os projetos de forma tradicionais.

Já existe há alguns anos a utilização do computador como ferramenta de auxílio em projetos de Engenharia Naval, principalmente para análise do comportamento estrutural do navio, para síntese de seções estruturais, análise de

vibrações, que eliminam cálculos trabalhosos e repetitivos.

Em qualquer projeto de navio pesqueiro há necessidade de minimizar os erros, tornando a embarcação mais eficiente para as condições ambientais encontradas no mar, as quais afetam tanto a velocidade e estabilidade da embarcação, como seus movimentos no mar ou condições de habitação e segurança.

Tradicionalmente, o projeto da forma de casco de qualquer navio tem se baseado em dois fatores fundamentais:

- A experiência própria do projetista e do estaleiro construtor;
- Os resultados de ensaios obtidos em tanques experimentais.

A proporção em que um ou outro fator intervém no projeto final depende de outros fatores, tais como o custo total do barco, as dimensões, recursos do projetista e a capacidade do estaleiro.

Seria ótimo que cada novo projeto refletisse toda a experiência adquirida de navios já construídos a fim de obter o melhor projeto. Para o projeto deve-se ter em mente as seguintes considerações:

- É importante conseguir a máxima eficiência com pequenas modificações. Por exemplo, se com um determinado comprimento do navio pode-se atingir certas especificações num determinado projeto, não é aconselhável aumentá-lo demasiadamente para conseguir melhor rendimento na velocidade.
- Devem ser selecionadas equipes operacionais de comprovada experiência, de

forma que eliminem, ao máximo, possíveis riscos de erros operacionais. Qualquer parada de um navio por erros operacionais de determinado equipamento, envolverá com certeza, gastos consideráveis.

- Para um navio de grande porte, que estará boa parte de sua vida útil na navegação de ida e volta, será recomendável determinar antes, qual deve ser a velocidade que seja mais propícia, pois um excesso de velocidade traz como consequência um aumento da potência, o que pode ser anti-econômico para o armador.
- O fator social também é primordial e deve ser levado em consideração. Os navios pesqueiros devem ser adequados para a tripulação que os opera, mecanizados ao máximo, para evitar trabalhos e cansaço da tripulação.

Um navio pesqueiro com equipes adequadas e uma tripulação eficiente tem garantido, em boa parte, seu êxito.

1.4 Ambiente Operacional

O armador deve transmitir ao projetista os principais requisitos da nova embarcação. Apoiando-se em sua experiência na área de pesca, será capaz de apontar pontos importantes que serão considerados na execução do projeto.

Um navio pesqueiro é concebido basicamente para explorar os recursos da pesca, e deve realizar plenamente esta função. Todos os equipamentos de pesca devem ser selecionados com cuidado, buscando-se simplicidade e segurança operacionais.

O aspecto econômico deve estar sempre presente no projeto de uma embarcação de pesca ou, pelo menos, o projetista não deve deixar de lado o planejamento econômico de seu projeto.

1.4.1 Métodos Mais Usados de Captura

A evolução das técnicas pesqueiras nos últimos anos tem originado uma transformação drástica nos cascos pesqueiros.

Os principais tipos de pesca são descritos a seguir. Cada um deles define, de certa maneira, o tipo de arranjos do convés que deve ser usado para cada embarcação pesqueira.

a. Pesca de Arrasto Este método consiste em rebocar, a uma certa velocidade de serviço, entre três e quatro nós, uma rede em forma de saco cuja boca mantém-se aberta através de diversas varas horizontais e verticais.[1]

A maioria dos “trawlers” por popa tem a ponte e os alojamentos na proa, deixando a coberta da popa livre para os aparelhos de pesca e o produto da mesma. Por razões de segurança, é de suma importância que haja uma visão clara de todo o convés, de maneira que o capitão possa observar as operações que são executadas.

Os peixes da rede são jogados para a escotilha através da qual caem dentro de porões. Além do guincho de arrasto principal pode haver alguns outros guinchos menores que são utilizados para auxiliar o guincho principal.

b. Pesca de Cerco Este método consiste em usar uma rede de forma retangular com uma bolsa localizada no centro ou numa de suas extremidades. Esta rede é lançada ao mar por uma de suas extremidades, presa a uma bóia e a embarcação realiza manobra de giro completo cercando o cardume.[2]

Embarcações de pesca de cerco são as que normalmente buscam grandes quantidades de peixes em cardumes, que são transportadas a granel no porão.

c. Pesca de Isca Viva ("Pole and Line") Este tipo de pesca é utilizado na captura de espécies vorazes como atuns e outros.[3]

Utiliza-se este método em águas pouco profundas. Para atrair o cardume coloca-se a isca ao redor da embarcação. A captura se realiza utilizando varas de 3 a 4 metros de comprimento, com linha e anzol.

As iscas são transportadas pela embarcação e, por isto, é necessária a instalação de um pequeno tanque para o armazenamento das iscas vivas, que são geralmente capturadas através de uma pequena rede de arrasto, durante o caminho até o local de pesca.

d. Pesca de Espinhel ("Longline") Este tipo de pesca é usado para a captura de atum. O método consiste em lançar uma linha ou corda de um comprimento total de 80 a 100 Km, onde em segmentos sucessivos, limitados por bóias, são montadas as linhas com anzóis e iscas. Logo que é lançada a linha, o navio volta recolhendo-a.[4]

1.4.2 Preservação dos Peixes

No passado, os navios pesqueiros efetuavam apenas o transporte dos produtos da pesca com gelo, o que limitava a duração das jornadas a certos períodos e, indiretamente limitava também o tamanho das embarcações.

Devido aos avanços conseguidos pelas técnicas de congelamento e armazenamento, hoje não existe limite para o tempo de duração da jornada. Este pode ser cada vez maior, ficando limitado por causas econômicas ou simplesmente devido à sua capacidade.

O peixe, uma vez capturado e estando a bordo, inicia um processo de deterioração. É por esta razão que o navio pesqueiro deve possuir condições apropriadas para poder retardar esse processo, já que o peixe deve chegar ao porto em bom estado de conservação, para que possa ser consumido ou processado.

Existem três tipos de formas para a conservação do pescado:

a. Acondicionamento em gelo. Este tipo prevê que a embarcação transporte desde o porto, uma quantidade suficiente de gelo para refrigerar o pescado a 0°C e mantê-lo nessa temperatura durante o resto da viagem. O porão deve possuir isolamento térmico, de tal maneira que o gelo não possa alterar o volume disponível para o pescado. O acondicionamento em gelo é largamente utilizado, por constituir-se num processo eficaz de conservação. Apesar de ter um baixo custo de implantação e manutenção, este processo também possui uma restrição de tempo no mar, o qual não deve exceder a 15 dias.

b. Instalação Frigorífica Contrapondo-se ao acondicionamento através do gelo, a instalação frigorífica possui um alto custo de instalação e manutenção, e sua temperatura normal de acondicionamento é de -35°C , prolongando-se com isto o tempo de permanência no mar até 6 meses, dependendo do tipo de peixe. A princípio, é possível afirmar que somente espécies de alto valor econômico, capturadas em zonas de pesca distantes, justificam uma embarcação com instalação frigorífica.

c. Acondicionamento Mixto É um sistema intermediário e se resume em refrigerar o porão do navio para a conservação do gelo.

d. Tanque de Pré-Esfriamento Este tanque é indispensável de modo que o peixe, antes de ser acondicionado no porão, seja lavado e tenham suas vísceras retiradas, a fim de evitar a perda do pescado por causa das bactérias e elevadas cargas térmicas no porão, o que provoca o derretimento do gelo.

CAPÍTULO 2

2. MÉTODO DE PROJETO DE EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

2.1 Aspectos Gerais

Atualmente, há avanços nas diversas áreas que utilizam a tecnologia computacional, sobre tudo no setor de construção naval, em que a implementação dos recursos computacionais é altamente discutida, desenvolvida e pesquisada por vários autores [5][6]. A sua potencialidade no projeto e construção naval é indiscutivelmente grande e parece ser ilimitada.

Este trabalho apresenta as implementações efetivas da integração de vários programas que trabalhavam isoladamente, unindo-os por um programa que interrelaciona todos eles através de programa de conexões, que satisfazem os formatos de entrada e saída de dados de cada um deles. Este tipo de implementação tende a crescer na indústria naval, na medida em que os investimentos para desenvolvimento de novos “*software*” são altos, e são consideradas soluções práticas, tanto na área de projeto quanto de produção.

Este trabalho propõe-se a elaborar um sistema eficiente e rápido para futuros projetistas e engenheiros navais que trabalham no projeto de embarcações pesqueiras.

2.2 Novas Alternativas

Os primeiros sistemas computacionais aplicados à construção naval foram desenvolvidos no início dos anos 60, sendo hoje amplamente utilizados, possibilitando reduções de custos e tempo necessário para a elaboração de projeto e construção de um navio.

Os resultados dos sistemas adotados pelos estaleiros mostram a viabilidade da implantação de tais sistemas para atingir um aumento considerável de eficiência na produção e na produtividade.

A crise que incide sobre a construção naval está levando a uma dificuldade em novas contratações e acarretando uma maior diversificação de tipos de embarcações a serem projetadas e construídas, exigindo, também, maior qualidade e economia na construção do navio.

Torna-se, então, necessária a implantação de um sistema computacional que permita uma maior flexibilidade e precisão na elaboração de projetos.

Tecnicamente, o produto final deverá ser o melhor possível, devido à rapidez do sistema em se realizar alterações e introduções de novos parâmetros para observação das consequências destas alterações. O melhor controle do processo produtivo possibilitará, ainda, reduções nos custos de produção e no tempo de construção, permitindo o aperfeiçoamento da qualidade do produto obtido.

2.3 Espiral de Projeto

O projeto do navio corresponde ao dimensionamento seqüencial e integrado de uma série de itens operacionais integrantes da embarcação. O processo de cálculo obedece a uma ordem lógica, onde cada variável calculada numa etapa conduz ao cálculo da variável imediatamente posterior, dando como resultado um processo seqüencial de otimização.

A estrutura lógica seguida para o projeto de um navio é conhecida como “*Espiral de Projeto*”, publicada em um artigo intitulado “*Basic Design Concepts*” pelo professor J.H. EVANS.[7] O professor estruturou, desenvolveu e utilizou esta técnica, realizando todas e cada uma das etapas.[8] Nem todos os passos que são mostrados na espiral do projeto são executados para chegar no final de um ciclo do projeto do navio, às vezes, certos passos podem ser omitidos.

Este processo é esquematizado na figura 2.1. Os resultados do desenvolvimento de cada etapa, serão utilizados iterativamente, de acordo com o critério de validade formado pelo usuário e estabelecido em cada etapa do desenvolvimento do projeto.

As linhas radiais indicam etapas do projeto e são designadas por algarismos romanos, iniciando do ciclo mais externo. Os ciclos da espiral representam uma seqüência sucessiva de refinamentos em aproximações. Cada ciclo da espiral é denominado por uma letra do alfabeto.

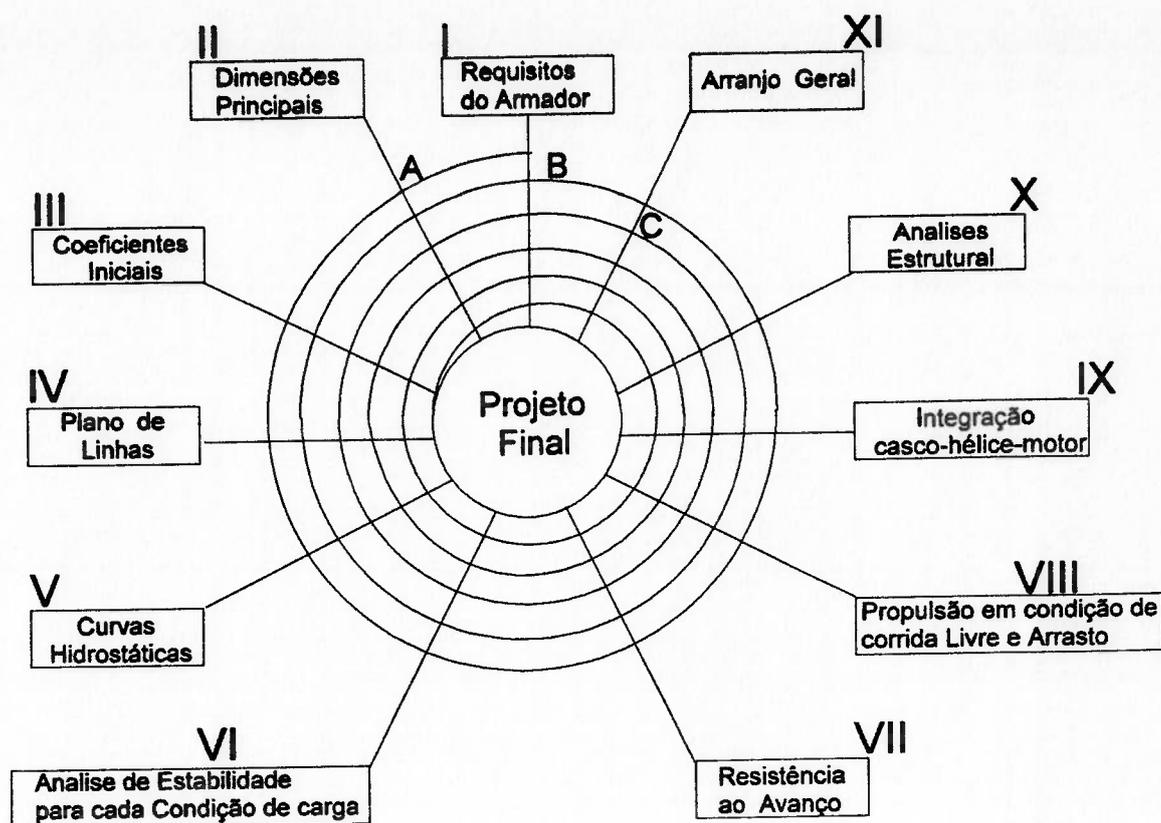


Figura 2.1 - Espiral de Projeto

2.4 O Programa INTEGRA

INTEGRA é um sistema desenvolvido dentro da filosofia da espiral de projeto, de integração dos programas específicos e de interação dos programas com o usuário, no processo de projeto de embarcações pesqueiras. O objetivo básico do programa *INTEGRA* é ser um programa de fácil compreensão, colocando à disposição dos projetistas e dos engenheiros navais facilidades que, de outra forma, estariam limitadas a consultar especialistas das várias etapas do projeto envolvidas no processo do projeto tradicional.

Com o processo de transferência de informação rápida de vários itens do projeto de embarcações, este programa está estruturado para minimizar as dificuldades normalmente encontradas quando se trabalha num ambiente de projeto tradicional.

2.4.1 Hardware e Software Básico

O sistema *INTEGRA* foi desenvolvido em Linguagem de Programação Pascal V.7 e seus requisitos básicos de hardware para instalação são:

- a. IBM / PC ou compatível PC / XT / AT / 386 ou série PS2;
- b. Duas unidades de discos flexíveis ou 1 "Hard Disk";
- c. 400 Kbytes de memória RAM livres;
- d. Co-processador Numérico (8087,287,387);
- e. Recursos Gráficos (CGA,EGA,VGA ou HÉRCULES).

Em relação ao Software, há necessidade de:

- a. O programa *MicroStation* - v.5 ou melhorada, para a realização do desenho do plano de linhas;

b. *O Sistema Arqnav* - programa desenvolvido em Linguagem QuickBasic, pelo Eng. C.G. VOLPI da Diretoria de Engenharia Naval, sendo próprio para computadores PC. Destina-se basicamente ao cálculo de Curvas de Bonjean, Curvas Hidrostáticas e Curvas de Estabilidade;

c. *O Programa Excel* - planilha de cálculo comercial que pode ser utilizado para o arranjo do navio em projeto.

d. *O Sistema Estável* - é um programa estruturado em linguagem Pascal programado pelo Eng. J.H. CABRERA, para operar em microcomputadores do tipo PC e destinado basicamente ao cálculo e verificação da estabilidade intacta, estabilidade considerando ondas, o efeito de superfícies livres, o balanço e ventos severos das embarcações pesqueiras;

e. *O Sistema Transec* - programa desenvolvido em Linguagem Pascal pelo Prof. O. BRITO da Escola Politécnica da USP. Transec é um programa desenvolvido para otimizar o tempo gasto na síntese e na análise de estruturas transversais de embarcações. O programa utiliza conceitos racionais para a síntese da estrutura. É altamente amigável com o usuário e incorpora um módulo gráfico que facilita a visualização do modelo e dos resultados.

2.4.2 Fluxograma do Programa INTEGRA

O fluxograma do programa *INTEGRA* é apresentado na Figura 2.2.

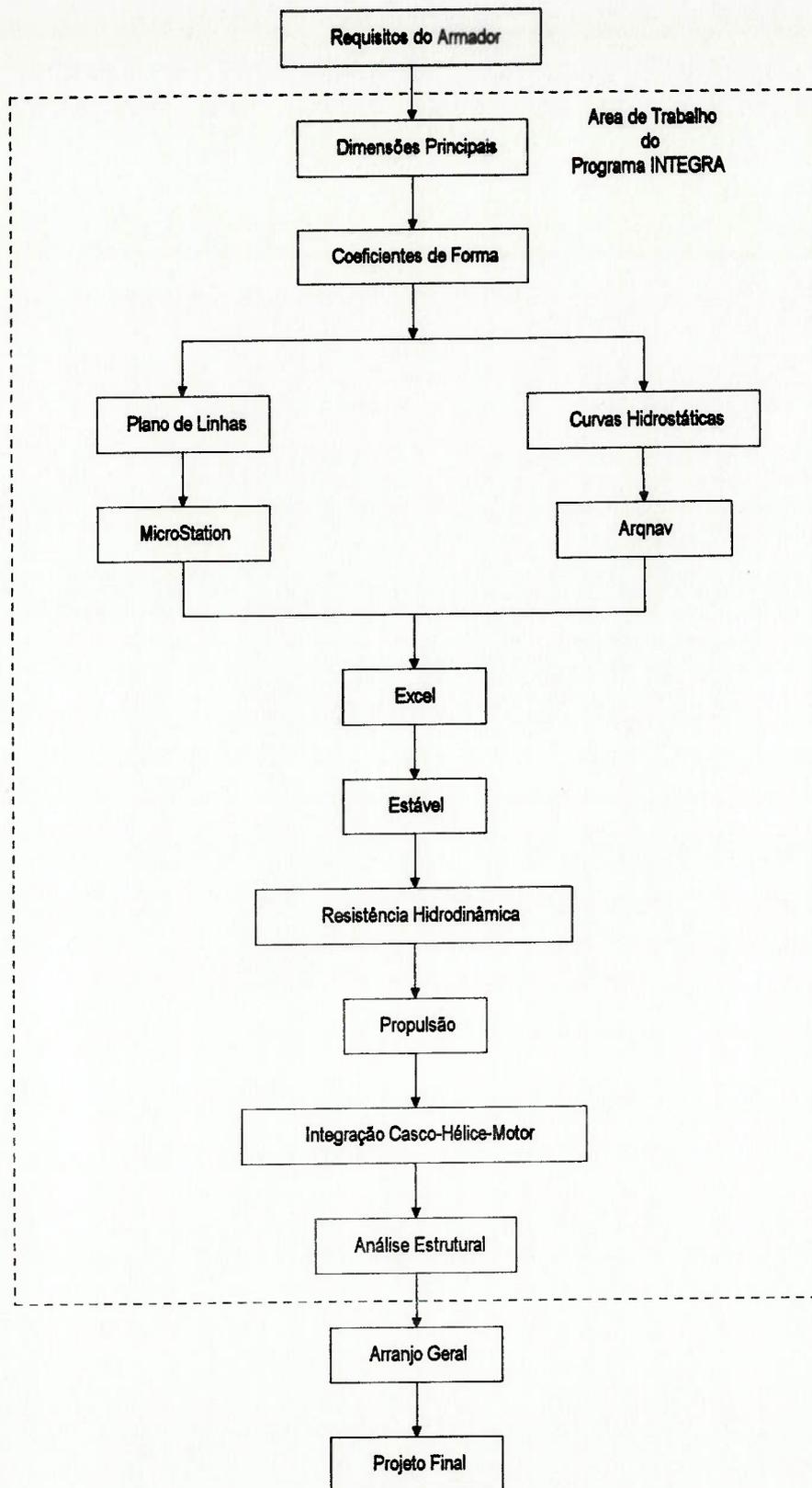


Figura 2.2 - Fluxograma do Programa INTEGRA

2.4.3 Fluxo De Dados

Como o presente programa utiliza diversos programas comerciais ou desenvolvidos no Departamento, o fluxo de dados e tipos de dados necessários para cada programa devem ser bem definidos. Assim, no final de execução do projeto o usuário deve ter gerado plantas e memorial de cálculo necessários para o projeto de uma embarcação.

A figura 2.3 esquematiza a estrutura do fluxo de dados em todo o programa INTEGRA:

- *Dimensões Principais e Coeficientes*: Considera-se, como base os requisitos fornecidos pelo armador, os dados dos navios semelhantes e o arquivo MOTORES.DAT como se mostra no Anexo 1, para gerar o arquivo INTEGRA.DAT;

- *Plano de Linhas*: Há necessidade do arquivo INTEGRA.DAT, e de um dos arquivos UST1.TXT ou UST2.TXT como se mostra no Anexo 2, para gerar o arquivo BALIZAS.DAT, o qual contém o formato de entrada de dados para o programa MICROSTATION;

- *Curvas Hidrostáticas*: Há necessidade do arquivo INTEGRA.DAT, e de um dos arquivos NEW1.TXT ou NEW2.TXT, como se mostra no Anexo 3, para gerar o arquivo COTAS.DAT, o qual contém o formato de entrada de dados para o programa ARQNAV;

- *Estabilidade*: É um conjunto de programas que precisam do arquivo INTEGRA.DAT, dos arquivos gerados pelo programa ARQNAV e do arquivo PLAN1.CSV ou PLAN2.CSV gerados em EXCEL e salvos como texto como se mostra no Anexo 4, para gerar 4 arquivos: ESTAV1.DAT, ESTAV2.DAT, ESTAV3.DAT e ESTAV4.DAT, como se mostra no apêndice. Estes servirão como entrada de dados para o programa ESTAVEL;

- *Resistência Hidrodinâmica*: Há necessidade do arquivo INTEGRA.DAT, para gerar o arquivo RESIST.DAT como se mostra no Anexo 5;

- *Propulsão*: Há necessidade do arquivo INTEGRA.DAT, e do arquivo gerado na Resistência Hidrodinâmica, RESIST.DAT, para gerar dois arquivos HELICE.C_L, o qual contém os dados do propulsor em condição de corrida livre, e o arquivo HELICE.ARR, o qual contém os dados do propulsor em condição de arrasto, como se mostram no apêndice. Estes arquivos podem ser facilmente observados pelo usuário.

- *Cálculo Estrutural*: Há necessidade do arquivo INTEGRA.DAT, para gerar dois arquivos INTEGVIK e INTEGKIS, os quais servirão de entrada ao programa TRANSEC, para depois gerar o arquivo INTEGRA.SAI como se mostra no apêndice, o qual contém os dados do anel transversal calculado.

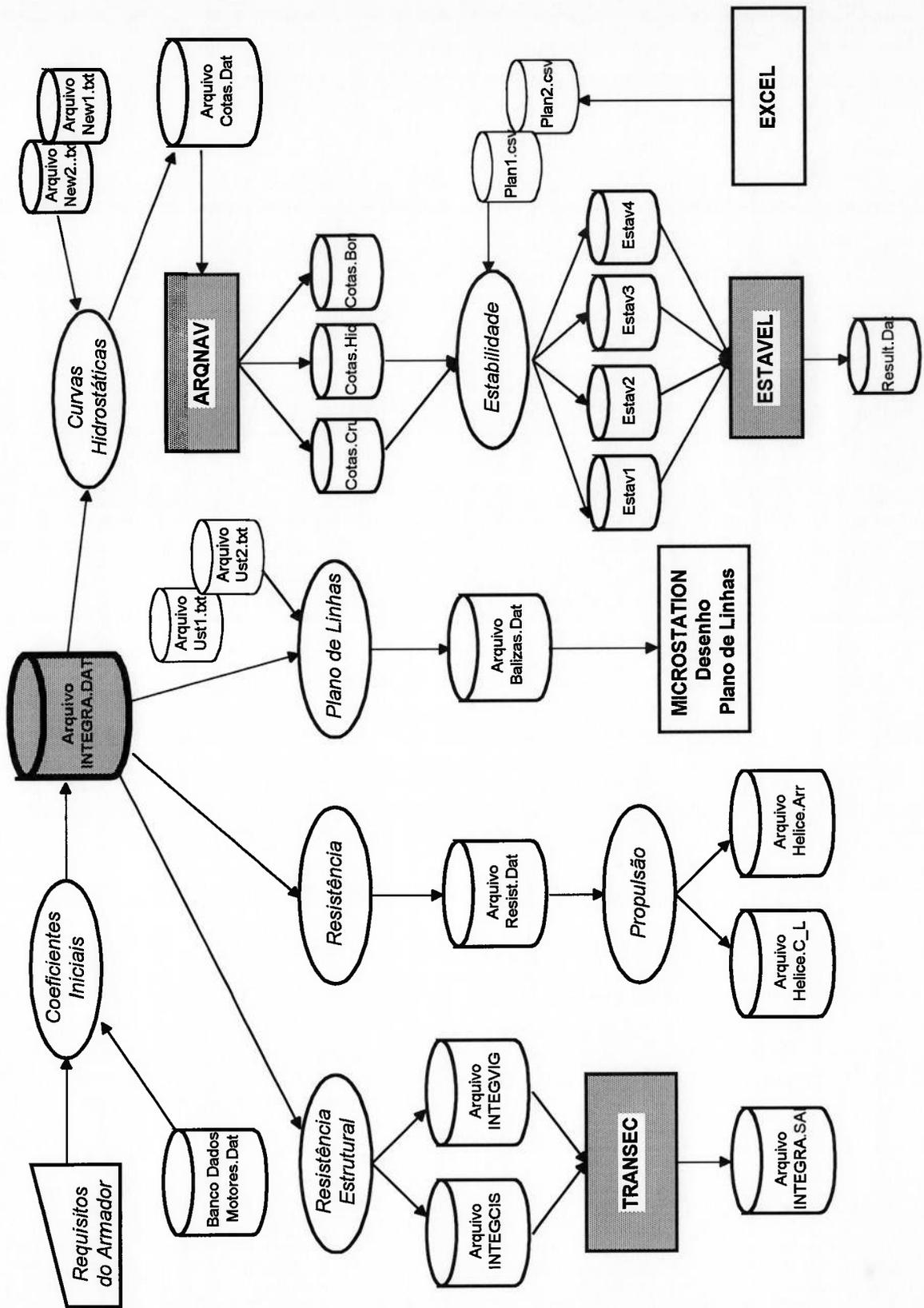


Figura 2.3 - Fluxo de Dados do Programa INTEGRA

CAPÍTULO 3

3. DIMENSÕES PRINCIPAIS E COEFICIENTES INICIAIS

3.1 Cálculos Iniciais das Características da Embarcação Pesqueira

As dimensões e coeficientes de forma são gerados nesta sub-rotina, a partir dos dados iniciais solicitados ao armador através da tela. Esta definição de parâmetros e coeficientes tem sua origem em dois tipos de fontes:

a) Para uma estimativa preliminar do peso da embarcação pesqueira, pode-se calcular, basicamente, uma estimativa simplificada em relação aos diversos grupos de pesos, os quais são proporcionais ao Número Cúbico. O valor do Número Cúbico representa o volume do paralelepípedo circunscrito à embarcação que vai se projetar, e é definido pelas suas dimensões principais, que é uma combinação do comprimento, boca e pontal da embarcação que se deseja projetar. O valor é definido pela seguinte relação:

$$C_{uno} = \frac{Lwl.B.D}{100} \quad (3.1)$$

Tendo em conta que a participação das forças que atuam no navio é principalmente uma função da dimensão da sua massa, a suposição que os pesos variem linearmente com o Número Cúbico é um ponto de vista razoável. O que deve-se ter em consideração é que a dificuldade está no fato de que os métodos de

subdividir o peso da embarcação pelos projetistas e os estaleiros não são os mesmos, de forma que este cálculo, às vezes, não é muito preciso.

As relações geométricas do casco, conforme BENFORD [9], mostram diferentes dimensões, pesos e centros dos principais tipos de embarcações pesqueiras com casco de aço construídos nos ESTADOS UNIDOS. Estes resultados são apresentados neste artigo através de gráficos e relações dos diferentes grupos de pesos com o Número Cúbico da embarcação que vai se projetar.

b) Relações e gráficos baseados em regressões feitas de navios semelhantes [10], tendo em conta suas dimensões principais e suas capacidades de potência e volume de porão. Os dados de entrada para o cálculo do modelo são: capacidade de pesca da embarcação por dia, velocidade do serviço e distância a percorrer pelo navio até a zona de pesca. Estes três dados vão gerar, de maneira geral, o perfil da embarcação relacionada a seu deslocamento, isto segundo uma relação de volume de carga e deslocamento, conforme a relação estabelecida pelos resultados obtidos da curva GUEROULT [11]. A verdade é que o fator mais importante de uma embarcação pesqueira é sua capacidade de carga. A primeira análise que se deve fazer quando se procura as principais dimensões de uma embarcação de pesca é relacionar a sua capacidade de porão. O deslocamento da embarcação pode ser estimado pela seguinte expressão:

$$\nabla = \frac{V_{\text{porao}}}{0.4} \quad (3.2)$$

∇ = Volume do deslocamento total

$V_{\text{porão}}$ = Volume do porão de carga em m^3

Este deslocamento está relacionado com o comprimento da embarcação, através de uma função polinômica de segundo grau, baseada na regressão de navios semelhantes.

Outros dados de entrada são o número de tripulantes e o tipo de conservação de pescado. Na conservação do pescado toma-se aquela que proporciona menos custo e complicações, enquanto que a conservação, para o armador, por assim dizer, a conservação com gelo, não pode exceder em 15 dias.

3.1.1 Dimensões Dependentes

Os cálculos das dimensões principais e dos coeficientes que são necessários para determinar o dimensionamento da embarcação pesqueira estão expressos em equações polinomiais, de acordo com os gráficos resultantes das regressões feitas com navios semelhantes.

Para esta parte do trabalho, as equações foram ajustadas baseadas nas relações de embarcações semelhantes existentes. Estas relações são descritas no Anexo 1:

a. *Comprimento de Linha de Água* - Num primeiro momento gera-se esta rotina pelo deslocamento do navio como uma consequência do volume da porão, e depois de efetuado o cálculo deste coeficiente efetua-se uma

comparação com o resultado extraído do cálculo de pesos e centros. Ambos deslocamentos são comparados pela rotina, com uma margem de 10%. Se não forem iguais, o programa continuará calculando o deslocamento, assumindo como novo ponto de partida para este cálculo o desenvolvido pelos pesos e centros;

b. *Boca* - É gerada por uma regressão, baseada nos navios semelhantes, onde tem como variável independente o comprimento do navio que estamos projetando; isto se mede pela relação comprimento versus boca sendo a curva que melhor se comporta;

c. *Calado e Pontal* - Estas duas equações são geradas como variáveis dependentes de uma regressão, onde a variável independente para ambos os casos termina sendo a boca do navio que estamos projetando;

d. *Potência* - Calcula-se tendo por base uma regressão, onde a variável independente é ajustada aos parâmetros do Coeficiente de Almirantado (C_{alm}), expresso por:

$$C_{ALM} = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V^3}{BHP} \quad (3.3)$$

V = Velocidade em nós

Δ = Deslocamento em Ton.

A metodologia a ser utilizada consiste em obter um valor para o C_{alm} , a partir dos navios semelhantes, e com esse coeficiente, estimar o BHP da

embarcação de pesca através de uma equação polinomial como segue:

$$BHP = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V^3}{CALM} \quad (3.4)$$

3.1.2 Coeficientes de Forma :

Os coeficientes de forma, para a embarcação do projeto, foram relacionados mediante uma equação polinomial, extraída de uma lista de relações de Coeficiente de Bloco, Coeficiente da Seção Mestra e Coeficiente Prismático mais representativos para embarcações de pesca, como uma ajuda preliminar para o projeto [1], como se mostra na Tabela 3.1 e na Figura 3.1.

3.1.3 Cálculo de Pesos e Centros:

O programa permite calcular os pesos a partir do deslocamento da embarcação pesqueira, baseados em cálculos e gráficos [9]. Estes cálculos estão baseados no Número Cúbico de cada embarcação que está sendo projetada e nos centros finais, de acordo com navios semelhantes.

Nesta parte do programa, dividiremos o peso total da embarcação da seguinte forma:

$$\Delta_{total} = \Delta_{navio\ leve} + \Delta_{óleo} + \Delta_{água\ doce} + \Delta_{DWT\ de\ carga} \quad (3.5)$$

onde:

$$\begin{aligned} \Delta_{navio\ leve} = & \Delta_{aço} + \Delta_{superestrutura} + \Delta_{máquinas} + \Delta_{máquinas\ Auxiliares} \\ & + \Delta_{eq.\ convés} + \Delta_{eq.\ pesca} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Cb	Cp	Cm
0.30	0.550	0.545
0.40	0.554	0.722
0.42	0.554	0.758
0.44	0.554	0.794
0.46	0.556	0.827
0.48	0.560	0.857
0.50	0.566	0.883
0.52	0.574	0.906
0.54	0.583	0.926
0.56	0.595	0.942
0.58	0.608	0.954
0.60	0.623	0.968
0.62	0.639	0.970
0.64	0.656	0.975
0.66	0.674	0.978
0.68	0.693	0.981
0.70	0.712	0.983
0.72	0.731	0.985
0.74	0.750	0.988
0.76	0.769	0.988
0.78	0.788	0.990

Tabela 3.1 - Coeficientes de Forma

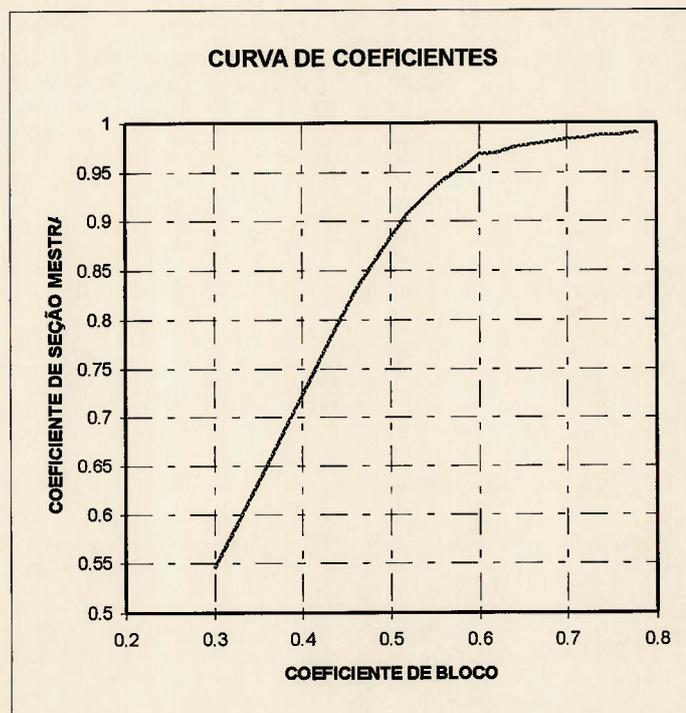


Figura 3.1 - Coeficientes de Forma

a. *Peso de Aço* - Para fazer a estimativa do peso de aço estrutural, recomenda-se o uso da seguinte expressão, mostrando a influência do tamanho, tendo como base o Número Cúbico, isto é, em pés cúbicos. Este parâmetro é utilizado tanto para navios grandes como para embarcações pequenas:

$$\Delta A_{\text{Aço}} = C_s \cdot \frac{LBP \cdot B \cdot D}{100} \quad (3.7)$$

$$\Delta a_{\text{Aço}} = C_s \cdot CUNO \quad (3.8)$$

$$KG_{\text{Aço}} = 0.5 \cdot D \quad (3.9)$$

$$LCG_{\text{Aço}} = 0.5 \cdot Lwl \quad (3.10)$$

Para podermos calcular o valor do coeficiente(C_s) tivemos que representar o gráfico através de uma curva, onde a variável independente é o Número Cúbico.

b. *Peso da Superestrutura* - Com o cálculo de C_s podemos estimar o peso da superestrutura e considerando-a feita de aço temos:

$$\Delta_{\text{Sup.Est}} = 0.03 \cdot \Delta A_{\text{Aço}} \quad (3.11)$$

$$KG_{\text{Sup.Est.}} = 1.5 \cdot D \quad (3.12)$$

$$LCG_{\text{Sup.Est.}} = 0.80 \cdot Lwl \quad (3.13)$$

c. *Peso da Máquina Principal* - O peso da máquina principal é calculado junto com o redutor, os acessórios do sistema elétrico, linha de eixo, óleo lubrificante, sistema de óleo e refrigeração. Também é realizado com engrenagens, início do sistema e controles de ar. O resultado deste peso é em função da potência instalada. A máquina principal é definida pela rotina do programa, de acordo com a base de dados de motores, como se mostra no Anexo 1. O programa testa a localização dos centros da máquina principal, de acordo com o comprimento da embarcação, tendo em conta o seguinte critério: se o comprimento da embarcação for maior do que 35 metros, a praça de máquinas deverá estar na ré da embarcação, e se o comprimento for menor do que 35 metros, a localização da praça de máquinas deverá estar na proa da embarcação que estamos projetando.

$$\Delta_{maq.} = \Delta_{leve\ maq.} + \Delta_{liq.\ maq.} \quad (3.14)$$

$$KG_{maq.} = 0.4 \cdot D \quad (3.15)$$

$$LCG_{maq.} = 0.65 \cdot Lwl \quad \Rightarrow \quad Lwl \leq 3 \quad (3.16)$$

$$LCG_{maq.} = 0.45 \cdot Lwl \quad \Rightarrow \quad Lwl > 35 \quad (3.17)$$

d. *Peso das Máquinas Auxiliares* - O peso das máquinas auxiliares inclui todas as equipes da sala de máquinas e as equipes que estão relacionadas diretamente com a máquina principal. Está incluída, também, a maioria das máquinas auxiliares como: geradores, bombas de sentina e máquinas de

refrigeração. Estes cálculos estão orientados mais no sentido do tamanho das equipes do que em relação à potência, e por isso é analisado sob o ponto de vista do Número Cúbico. Os centros das máquinas auxiliares estão abaixo do critério assumido para a máquina principal, isto quer dizer que estão em relação ao comprimento da embarcação.

O valor de C_{Aux} é colocado na rotina do programa através de uma curva onde a variável independente é o Número Cúbico.

$$\Delta_{maq.Aux.} = CAUX. \frac{LBP \cdot B \cdot D}{100} \quad (3.18)$$

$$\Delta_{maq.aux.} = Caux. \cdot (CUNO) \quad (3.19)$$

$$KG_{maq.aux.} = 0.3 \cdot D \quad (3.20)$$

$$LCG_{maq.aux.} = 0.60 \cdot Lwl \Rightarrow Lwl \leq 35 \quad (3.21)$$

$$LCG_{maq.aux.} = 0.40 \cdot Lwl \Rightarrow Lwl > 35 \quad (3.22)$$

e. Peso das Equipes do Convés - O peso das equipes do convés e equipe de acessórios, segundo GUEROULT [11], inclui detalhes tais como: timão, hélice, eixo, equipe de refrigeração, ventilação, calefação, escotilhas, etc. Estes cálculos podem ser utilizados para estimar o peso das equipes do convés. Esta relação mostra a influência do tamanho no peso da embarcação pesqueira, portanto, esta aumentará se aumentar o tamanho da embarcação. Isto explica porquê um navio de pesca tem que ter muitos aparelhos de pesca

no convés para poder trabalhar.

Tendo o Número Cúbico como uma variável independente, podemos encontrar a regressão polinomial para calcular o valor do coeficiente C_0 .

$$\Delta Eq. de coves = C_0 \cdot \frac{LBP \cdot B \cdot D}{100} \quad (3.23)$$

$$\Delta Eq. de Conves = C_0 \cdot (CUNO) \quad (3.24)$$

$$KG_{eq. conves} = 1 \cdot D \quad (3.25)$$

$$LCG_{eq. conves} = 0.85 \cdot Lwl \quad (3.26)$$

f. Peso do Equipamento de Pesca - O peso do equipamento de pesca (aparelhos), inclui linhas, redes, bóias, etc. Seu peso depende do tipo de pesca para qual está orientada a embarcação pesqueira. Normalmente, o dono é quem dita de que tipo será a embarcação. Para um "trawler", o peso do equipamento de pesca gira em torno de 5% do peso leve da embarcação.[11]

O peso leve final será de:

$$\begin{aligned} \Delta navio\ leve = & \Delta a\zeta o + \Delta superestrutura + \Delta máquin\ a s + \Delta máquin\ a s\ Auxiliares \\ & + \Delta apêndices\ e\ eq.\ convés + \Delta eq.\ de\ pesca \end{aligned} \quad (3.27)$$

O peso dos equipamentos de pesca será:

$$\Delta EQ.PESCA = 5\% \cdot (\Delta LEVE_i) \quad (3.28)$$

$$KG_{eq.pesca} = 1 \cdot D \quad (3.29)$$

$$LCG_{eq.pesca} = 0.30 \cdot Lwl \quad (3.30)$$

O programa dá uma margem de 10% de aumento ao deslocamento leve, para efeito de erro.

g. Peso do Óleo da Embarcação - Para estimar o deslocamento total da embarcação precisamos determinar o peso do óleo combustível, água doce e volume do pescado. Para calcular a quantidade de óleo combustível a ser empregado pela embarcação, partiremos do número total de dias gastos na viagem, tomando o C.E.C dado por cada motor que se escolher segundo a base de dados de motores, como se mostra no Anexo 1.

$$\Delta_{oleo} = C.E.C \cdot BHP_{\mu} \cdot Total \ de \ dias \ de \ trabalho \cdot 24 \quad (3.31)$$

$$KG_{oleo} = 0.2 \cdot D \quad (3.32)$$

$$LCG_{oleo} = 0.40 \cdot Lwl \quad (3.33)$$

h. Peso da Água - Para calcular a tonelagem de água doce a ser transportada, toma-se como base o número de tripulantes existentes para cada embarcação que está se projetando.

$$\Delta_{\text{água doce}} = (\# \text{ de tripulantes}) \cdot (\text{total dias trabalhados}) \cdot (\text{galão/dia/homem}) \quad (3.34)$$

$$KG_{\text{água}} = 0.2 \cdot D \quad (3.35)$$

$$LCG_{\text{água}} = 0.25 \cdot Lwl \quad (3.36)$$

i. Peso da Carga - Para calcular o Δ_{DWT} , a rotina do programa leva em conta primeiro, o tipo de fator de estiva desejado pelo armador. Isto está registrado no ingresso dos dados, no início do programa e para os centros da carga estão relacionados o comprimento da embarcação pesqueira e a localização da praça de máquinas.

$$\Delta_{\text{DWT}} = (\text{Capacidade do porão em m}^3) \cdot \text{Fator de Estiva} \quad (3.37)$$

$$KG_{\text{DWT}} = 0.5 \cdot D \quad (3.38)$$

$$LCG_{\text{DWT}} = 0.55 \cdot Lwl \Rightarrow Lwl \leq 35 \quad (3.39)$$

$$LCG_{\text{DWT}} = 0.65 \cdot Lwl \Rightarrow Lwl > 35 \quad (3.40)$$

O deslocamento obtido ao final deste capítulo é:

$$\Delta_{\text{Final}} = \Delta_{\text{leve}} + \Delta_{\text{óleo}} + \Delta_{\text{água doce}} + \Delta_{\text{DWT}} \quad (3.41)$$

Os centros finais estão no programa, tomando-se como base a somatória de cada componente de pesos, e de acordo com as equações que seguem:

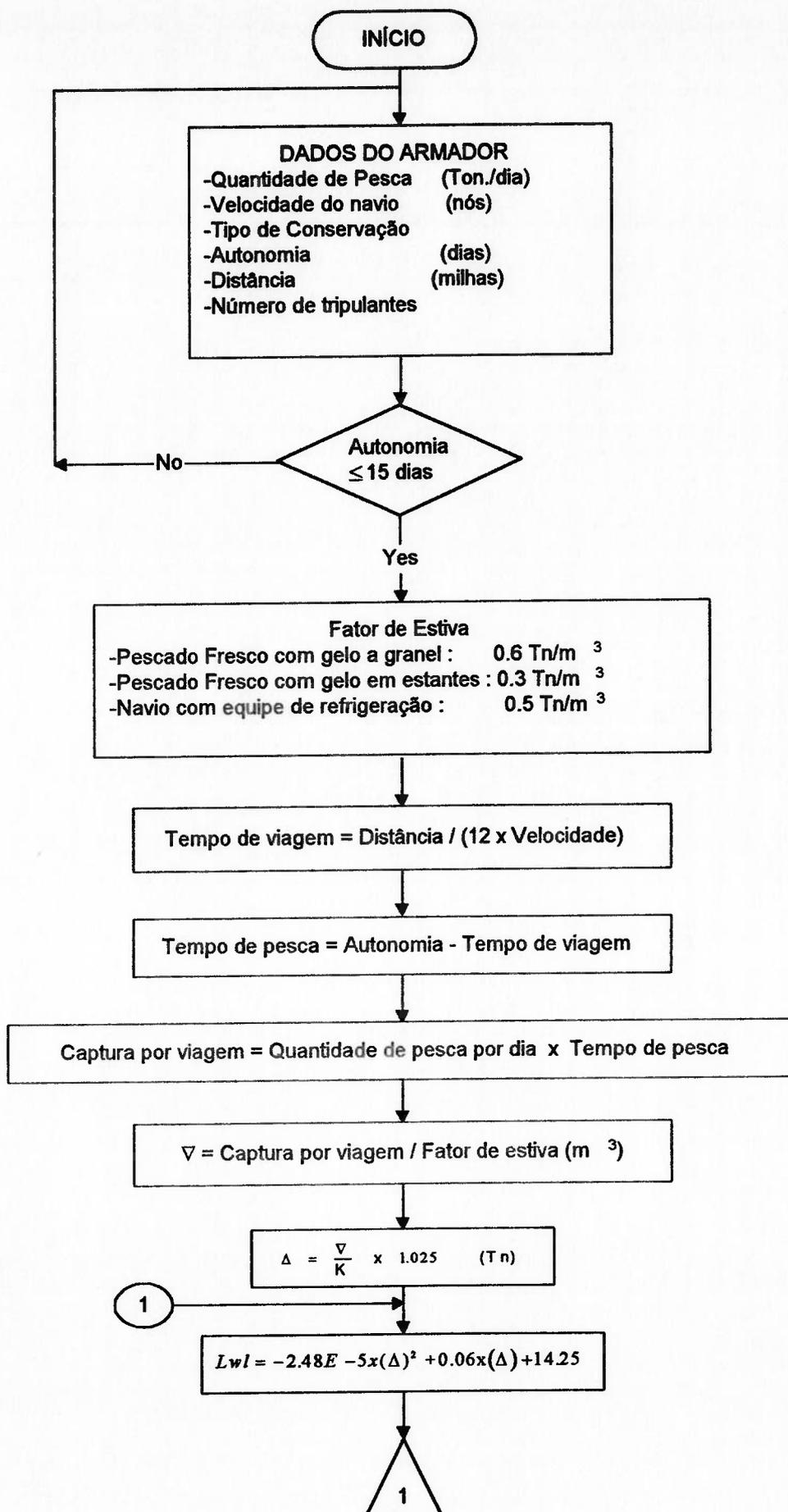
$$KG = \frac{\sum_i KG_i \Delta_i}{\sum_i \Delta_i} \quad (3.42)$$

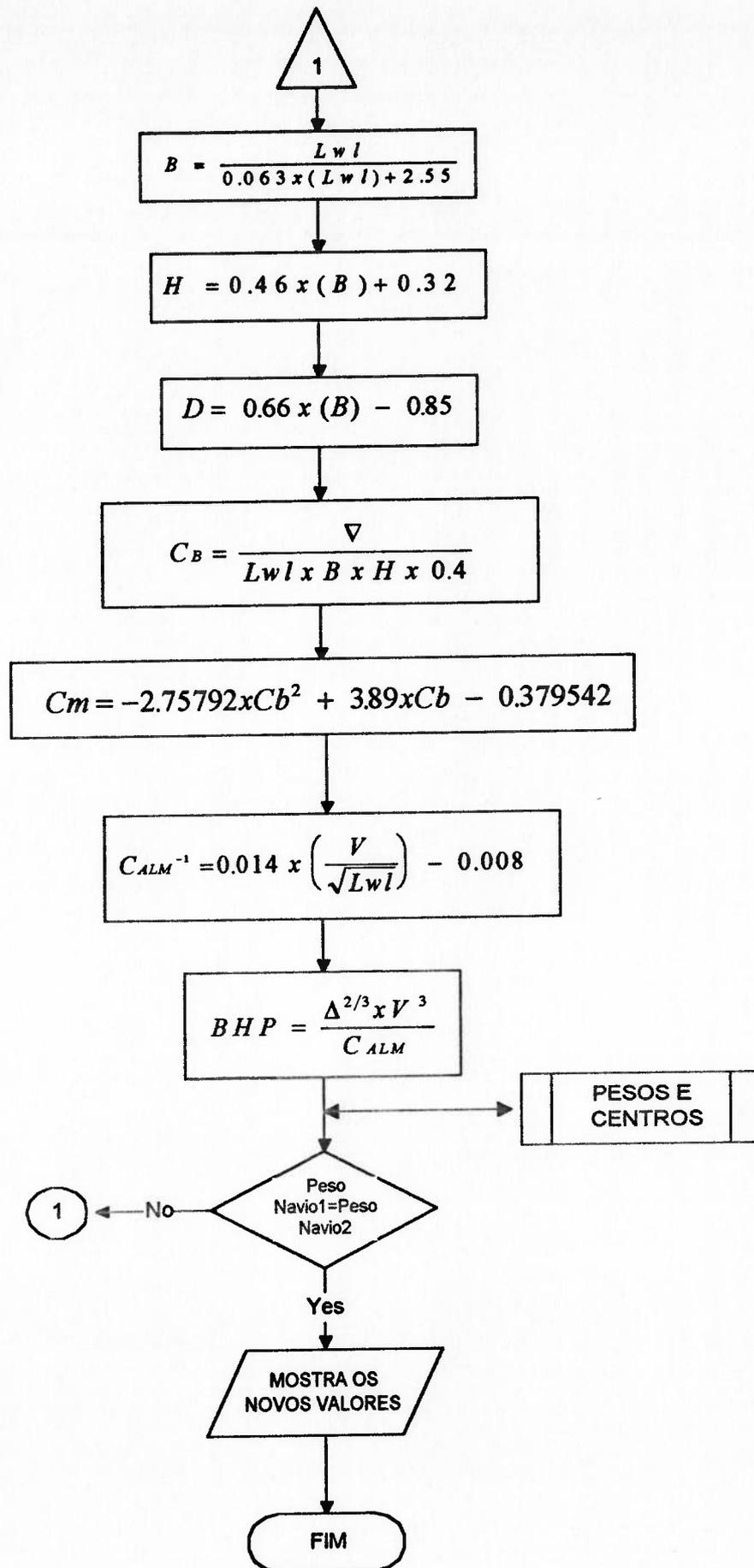
$$LCG = \frac{\sum_i LCG_i \Delta_i}{\sum_i \Delta_i} \quad (3.43)$$

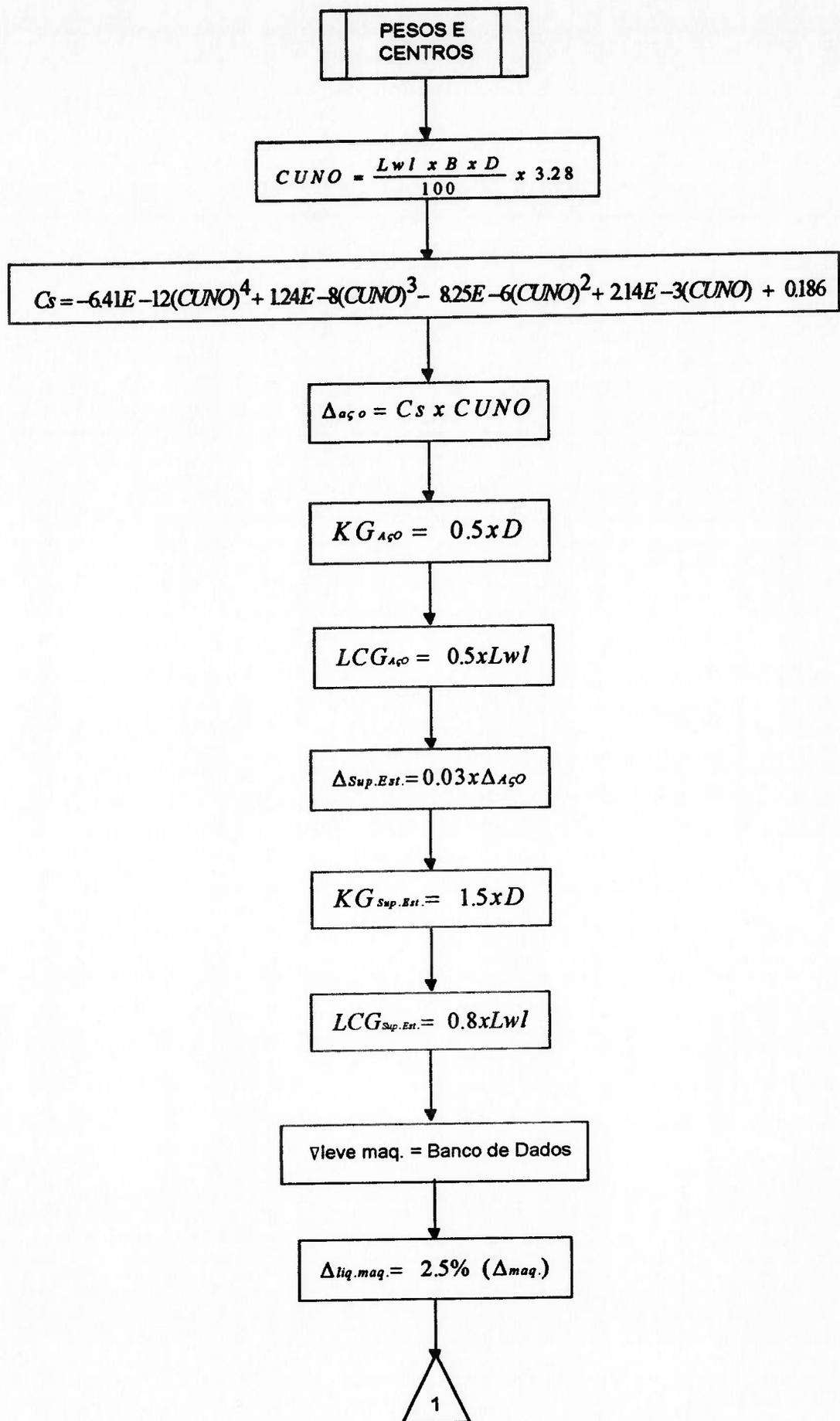
3.2 Fluxograma

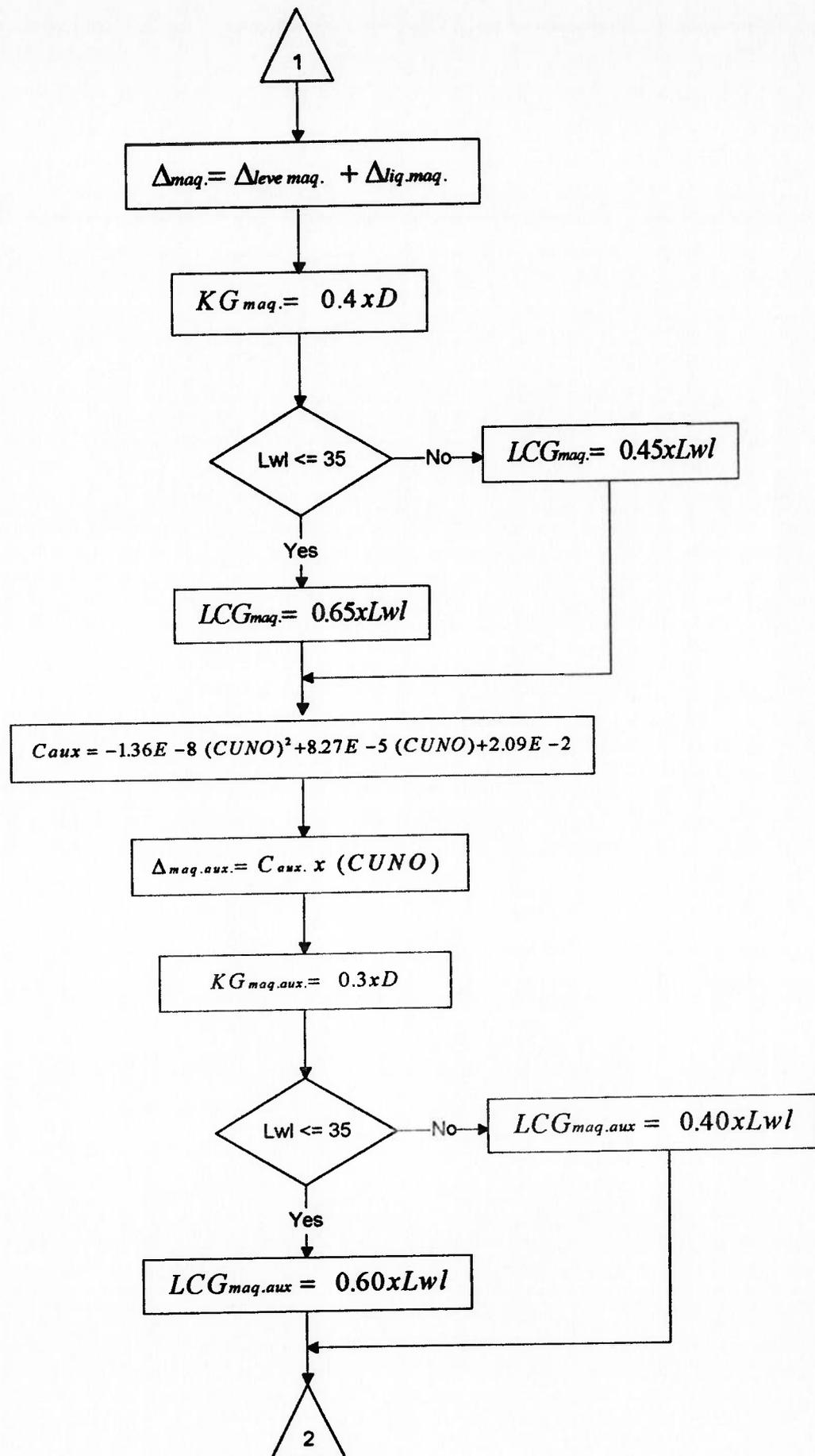
O Fluxograma do Programa “*Dimensões Principais e Coeficientes Iniciais*”

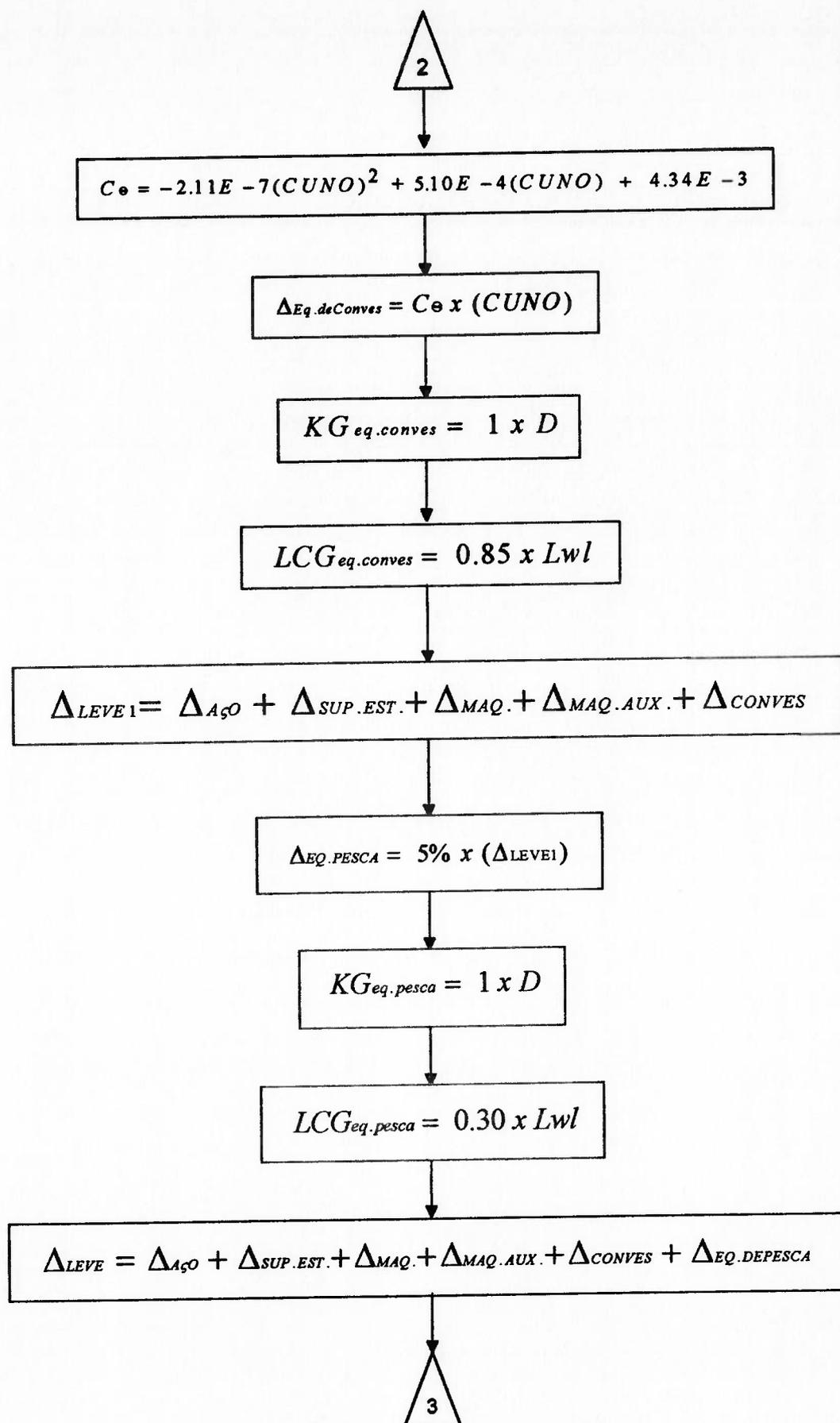
é apresentado na Figura 3.2:

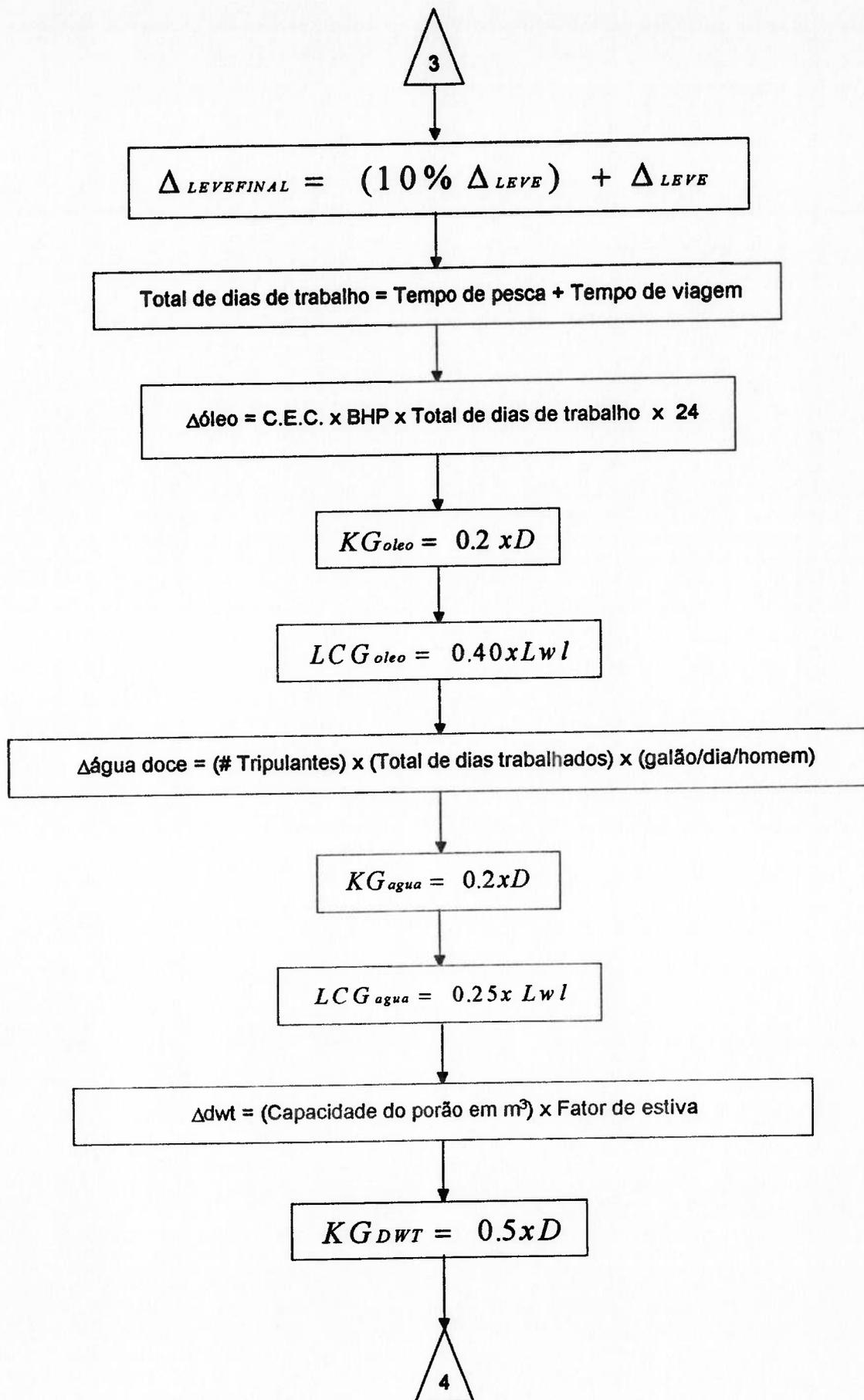


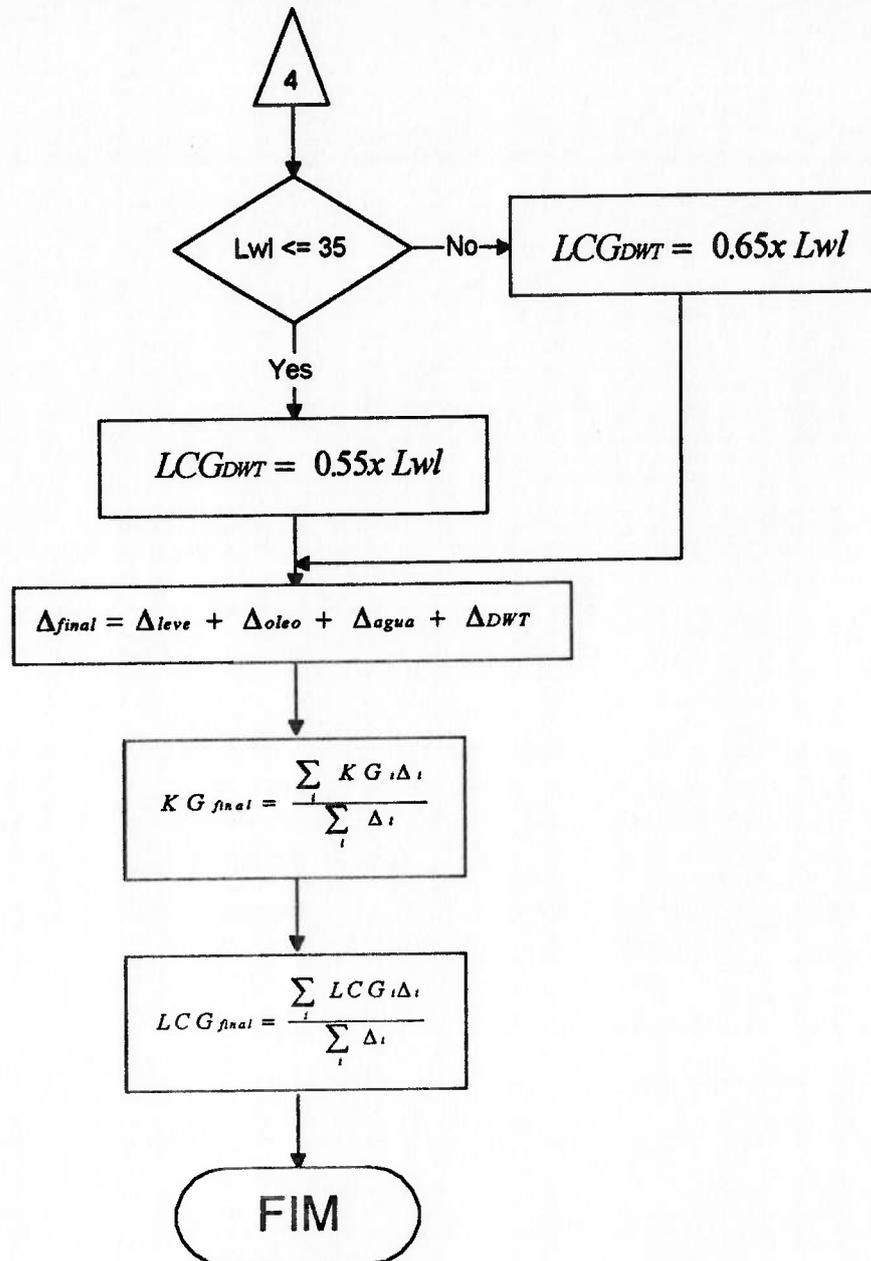












CAPÍTULO 4

4. PLANO DE LINHAS

4.1 Conceitos Preliminares

Os planos de linha, de balizas e demais que se encontram num plano de linhas, todas são obtidas por meio da intersecção da superfície do casco, com planos. [12] Assim, não podem ser projetadas e traçadas como se fossem curvas independentes. As características da forma de uma, afetam a forma das outras; o projetista não pode perder de vista esta relação.

Mesmo para quem está acostumado a interpretar os planos preparados e projetados pelos engenheiros e arquitetos, pode trazer confusão e dificuldade para compreender a forma do casco de uma embarcação pesqueira.

Este capítulo apresenta um sistema computadorizado para auxiliar o processo do projeto de definição da forma do casco das embarcações. O sistema utilizado é o MicroStation V.5, os aspectos gerais do sistema e o método analítico para a definição e manipulação da forma do casco, encontram-se descritos no manual [13]. Aplicações do sistema encontram-se ilustradas em dois tipos de casco e mostram que a definição da forma do casco é adequada para as finalidades do projeto das embarcações.

O processo de definição da forma do casco de uma embarcação,

normalmente envolve etapas crescentes em graus de complexidade como descreve NOWACKI [14]. Um exemplo deste processo, apresenta-se conforme o esquema da Figura 4.1:

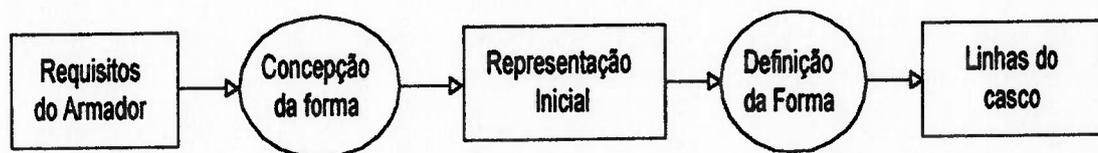


Figura 4.1 - Processo de Definição da Forma do Casco

Mostra-se, acima, no primeiro ítem do fluxograma, um conjunto de requisitos previamente estabelecidos, tais como dimensões e coeficientes principais. O processo termina com a definição completa da forma do casco em nível adequado, para a realização das análises do projeto da embarcação.

Entre o início e o término do processo, uma série de tarefas são realizadas:

- A concepção da forma do casco é adequada ao tipo de embarcação pesqueira que se está projetando;
- É criada, preliminarmente, a forma do casco com base em dimensões principais e coeficientes de forma;
- É feita a análise das características funcionais do casco como: hidrodinâmica, estabilidade, arranjo estrutural, arranjo geral, etc.

A utilização do computador para automatização dessas tarefas há anos vem sendo objeto de pesquisa e desenvolvimento. As atividades nesse sentido têm se intensificado nos últimos anos devido aos avanços tecnológicos na área do

“hardware” e “software” de computação, principalmente no tocante a recursos gráficos e processamento interativo. Os avanços, aliados a novos métodos analíticos, têm dado origem a uma série de sistemas como CAD/CAM (“*Computer Aided Design / Computed Aided Manufacturing*”).

A fácil aquisição ou o acesso a tais sistemas com custo razoável, faz com que a produtividade possa ser obtida pela utilização eficiente. Isto é uma realidade nos nossos dias, a qual tende a se ampliar no futuro.

Este capítulo apresenta os diferentes planos desenhados na tela do computador, através de programas para microcomputadores compatíveis com IBM-PC, permitindo o acompanhamento mais de perto do usuário, e facilitando o aperfeiçoamento no desenvolvimento do casco de embarcações deste tipo.

4.2 Automatização do Plano de Linhas

O propósito deste capítulo é proporcionar ao usuário ou armador, o plano de linhas e as diferentes vistas do navio que está sendo projetado de uma maneira fácil e rápida, dentro de um programa de desenho de computador chamado MicroStation.

O programa MicroStation v.5, proporcionado pelo *Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo*, se caracteriza por ser um sistema formulado dentro da filosofia de capacidade gráfica.

Para obter o desenho do plano de linhas no programa MicroStation, precisa-

se de um arquivo, o qual será gerado de acordo com as dimensões do navio, conforme o projeto que se encontra no arquivo INTEGRA.DAT. O programa recomenda ao usuário qual dos dois modelos padrões deverá ser usado; desta forma será efetuada as variações em cada um dos eixos, calculará e marcará os pontos da embarcação no projeto do arquivo BALIZAS.DAT. Assim, o programa MicroStation produz a forma do casco, auxiliando o projetista na definição rápida e precisa do plano de linhas do navio no projeto. Porém, o usuário tem, ainda, todo o poder de decisão para fazer seu julgamento através dos menus, tutoriais e comandos simples, pré-programados.

4.3 Definição e Manipulação da Forma do Casco

4.3.1 Definição da Forma do Casco

A utilização do programa MicroStation é inicializada a partir de informações sobre a embarcação e dados de entrada organizados de modo semelhante a uma tabela de cotas tradicional. Os dados são lidos enquanto o sistema os interpreta e apresenta graficamente na tela do computador.

Para definir a forma do casco é preciso gerar três coeficientes: K_x , K_y e K_z , os quais são calculados da seguinte maneira:

$$K_X = \frac{Lwl \text{ navio projeto}}{Lwl \text{ navio padrão}} \quad (4.1)$$

$$K_Y = \frac{Boca \text{ navio projeto}}{Boca \text{ navio padrão}} \quad (4.2)$$

$$KZ = \frac{\text{Portal navio projeto}}{\text{Portal navio padrão}} \quad (4.3)$$

Estes três coeficientes são dados necessários para poder alterar o plano de linhas do navio padrão, elegido nos três eixos de coordenadas.

A definição é iniciada a seguir, primeiro pelas curvas denominadas como curvas de contorno, estabelecidas de acordo com o tipo do casco a ser utilizado; neste caso ambos os cascos são simétricos.

Classificam-se como curvas de controle as que caracterizam as fronteiras do casco (perfil longitudinal, fundo plano, quinas, convés). As balizas são classificadas como curvas de forma.

Para a definição das curvas de controle ou de forma o programa MicroStation oferece uma série de entidades geométricas elementares, tais como retas, arcos, cônicas, etc. Em nosso caso foram utilizadas para este desenho, curvas do tipo "Place Curve e Place Line". Em cada definição é selecionado o tipo da curva desejada; o desenho é feito através de linhas que depois são compostas e interpretadas pelo sistema, com um sólido geométrico.

4.3.2 Manipulação do Desenho

Este programa de desenho requer, para sua realização dos planos, de um arquivo texto de entrada [13], no qual desenha os cascos, como se mostra no Anexo 2.

Depois de colocado em gráfico a embarcação pesqueira, se o usuário desejar a forma definida, pode manipulá-la de duas maneiras:

- a) Conforme os três coeficientes anteriormente calculados, pode-se ingressar no programa Microstation e baseando-se no desenho padrão elegido, alterar a forma do casco, dando maior versatilidade, como definição de cada baliza, definição só da seção média da proa ou seção média da ré, rotação do sólido com só um comando e manipular o próprio desenho, alterando o plano de linhas existente, segundo o desenho que o armador está procurando.
- b) Com a ajuda do programa Plano de Linhas, o qual gera um arquivo de entrada de dados com extensão .TXT, automaticamente altera-se tomando-se como base os coeficientes K_x , K_y e K_z , O armador poderá, no *MicroStation*, chamar este arquivo, e assim, obter o resultado na tela do computador.

4.4 Aplicação para Embarcações de Pesca

Este programa pode ser utilizado conforme as necessidades do projetista, ajustando-se a um dos seguintes padrões de navio. Dois tipos de desenho de embarcações de pesca foram colocados para que o projetista tivesse, de forma rápida e precisa, uma noção global da embarcação que está procurando. Cabe aqui ressaltar, que o acesso a planos de linhas de formas modernas é muito difícil, porque constitui informação que não pode ser divulgada abertamente, razão pela qual, em vez de basearmos-nos em projetos antigos de navios pesqueiros, preferimos apresentar só

dois desenhos dos que pudemos tomar conhecimento. Conforme a aquisição das novas informações, pode-se aumentar este banco de dados.

O programa está preparado para que possam ser implementados outros tipos de casco de embarcações, sempre quando forem necessárias.

As duas embarcações padrões iniciais são:

a. *Navio 1* - De pequeno porte com um comprimento de casco de 28 mts, a forma do casco desta embarcação foi definida pelo conjunto de linhas como: balizas, quinas e linhas da borda do convés, cerca de 481 pontos extraídos do plano de linhas preliminar.

As curvas de controle estabelecidas para o casco, constituíram-se do perfil longitudinal, fundo plano, quinas, convés principal. As curvas de forma constituíram-se de 30 balizas. Na definição foram utilizadas linhas tipo "*Place Curve e Place Line*".

b. *Navio 2* - De médio porte, com um comprimento de casco de 48 mts, a definição da forma do casco do navio 2 foi iniciada a partir de cerca de 319 pontos extraídos de plano de linhas preliminar.

As curvas de controle estabelecidas eram: o perfil longitudinal, fundo plano, quina inferior, quina superior, e convés. Na definição foram utilizadas linhas tipo "*Place Curve e Place Line*". As curvas de forma constituíram-se de 21 balizas.

Na seqüência apresentamos as características principais, como se mostra na

Tabela 4.1 :

Loa(mts)	Lwl(mts)	Boca	Pontal	Calado	Δ (Tns)
28.868	25.54	7.88	4.549	3.17	750
48.0	42.5	10.0	5.0	4.20	1200

Lwl/B	B/H	Cb	$\frac{1}{2} \alpha^{\circ}e$	$\frac{1}{2} \alpha^{\circ}r$	$\alpha^{\circ}BS$
3.24	2.49	0.427	14.5	48	25
4.25	2.38	0.46	15.5	29.5	20

Tabela 4.1 - Características das Embarcações

Para mostrar todos os detalhes e dimensões de um objeto sólido na tela do computador, usa-se quatro vistas distintas de cada um dos navios padrões como explicamos a seguir:

- a. A primeira figura, chamada de planta, pode ser observada na tela do computador como "View 1-Top", nela mostra-se a embarcação como se uma pessoa estivesse colocada diretamente sobre a embarcação e observando o desenho embaixo, como é mostrado na Figura 4.2 e Figura 4.3

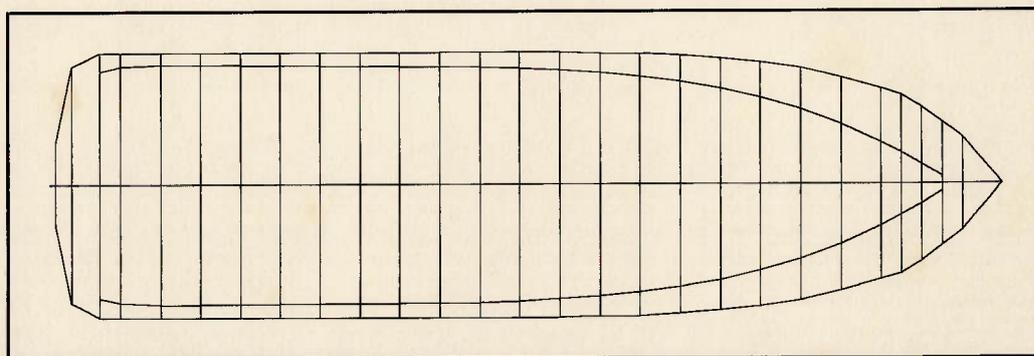


Figura 4.2 - View1 Top Navio 1

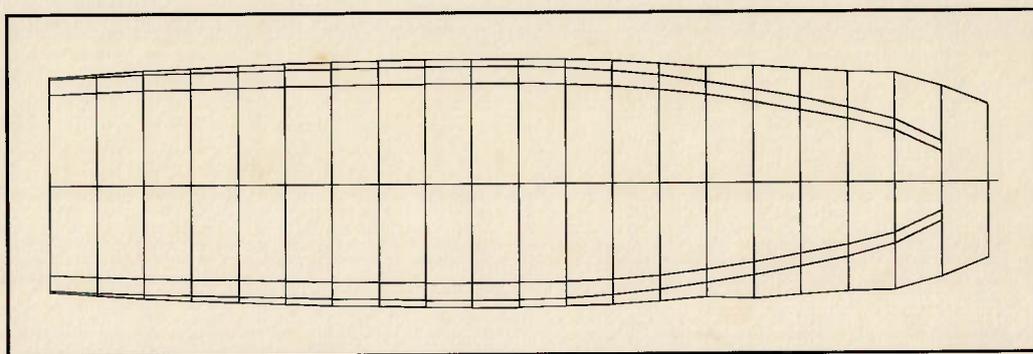


Figura 4.3 - View1 Top Navio 2

b. A segunda figura, chamada de isométrica, pode ser observada na tela do computador como “*View 2-Isometric*”, é aquela onde podemos ver a embarcação situada num plano tridimensional, baseado no plano que tem como referência os três eixos de coordenadas, como se mostra na Figura 4.4 e Figura 4.5

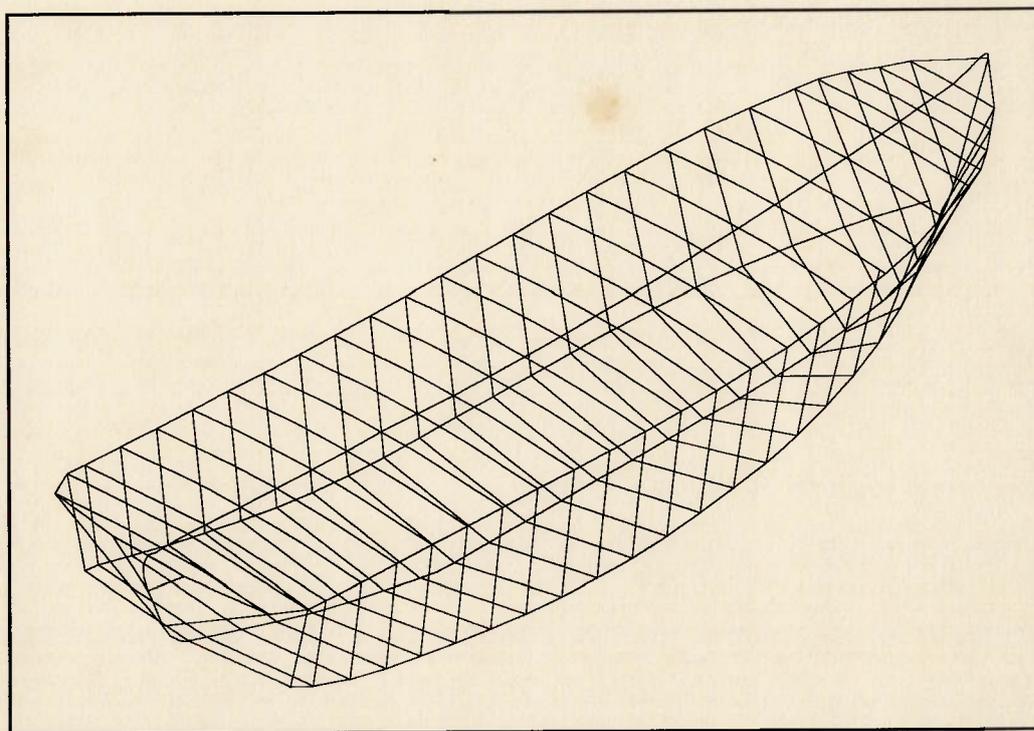


Figura 4.4 - View2 Isometric Navio 1

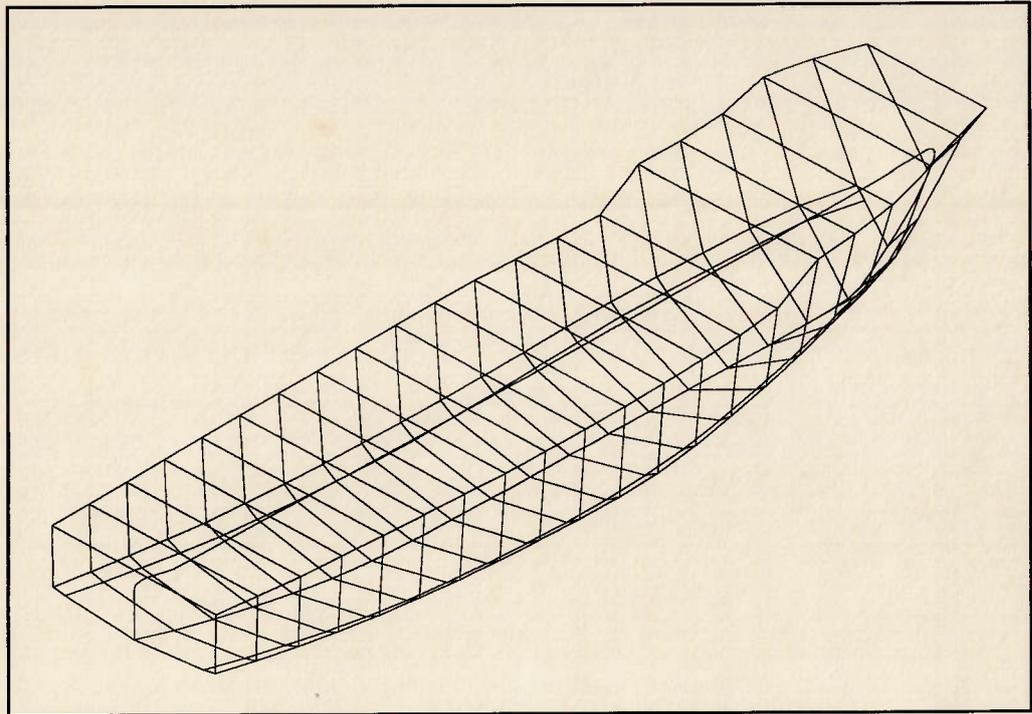


Figura 4.5 - View2 Isometric Navio 2

c. A terceira figura, chamada de perfil ou elevação, pode ser observada na tela do computador como “*View 3-Front*”, nela observa-se a embarcação tal como apareceria a uma pessoa sentada num costado e olhando só a parte que se encontra de frente para ela, só mostrando os detalhes da embarcação, que são visíveis dentro do plano frontal para o observador, como é mostrado na Figura 4.6 e Figura 4.7.

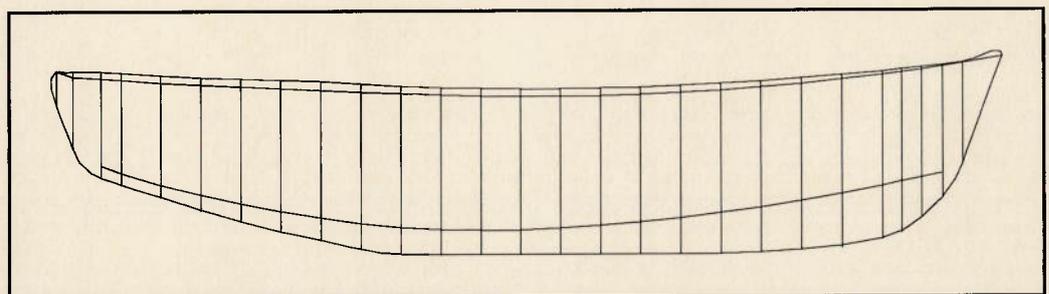


Figura 4.6 - View3 Front Navio 1

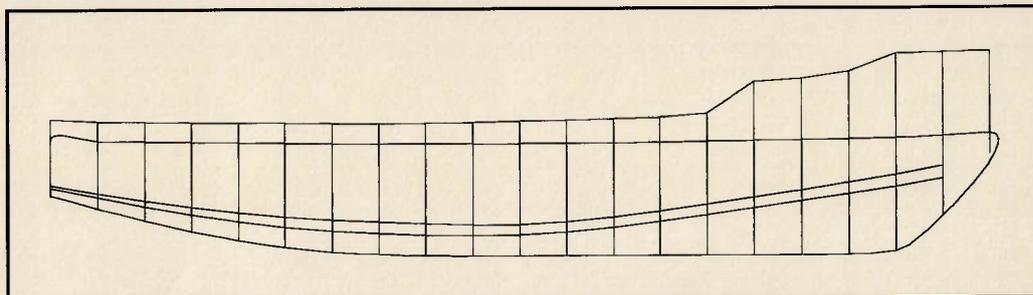


Figura 4.7 - View3 Front Navio 2

d. Uma quarta figura, chamada de seções, pode ser observada na tela do computador como “*View 4-Right*”, é talvez a mais difícil de compreender. Imaginemos que num certo ponto, a embarcação foi cortada em duas e separada como duas metades, como é mostrado na Figura 4.8 e Figura 4.9.

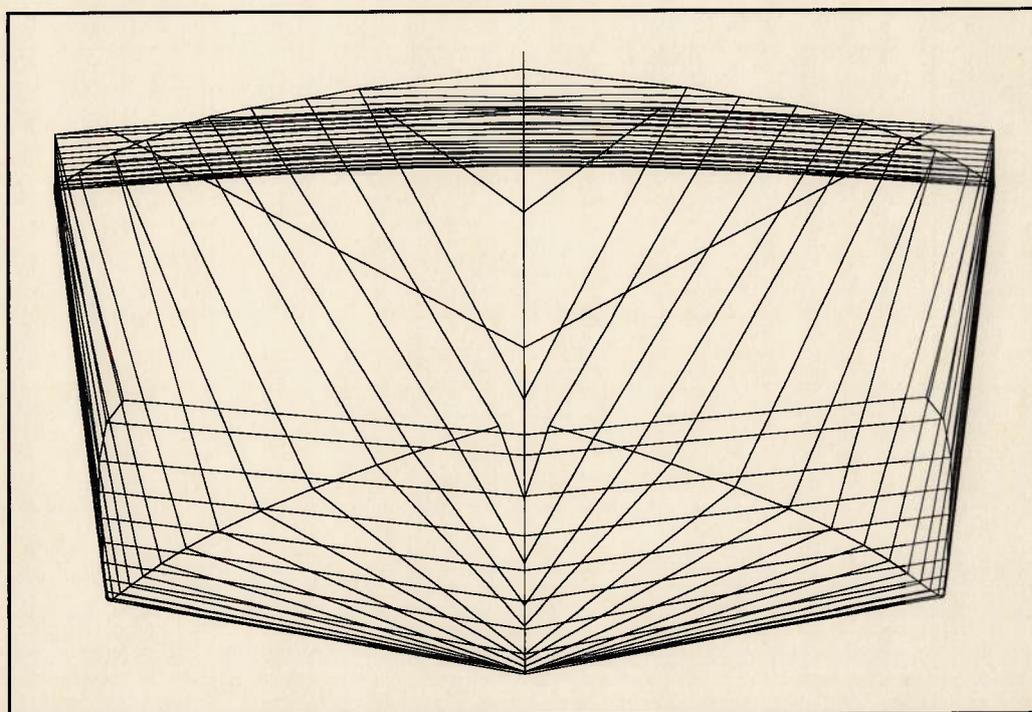


Figura 4.8 - View4 Right Navio 1

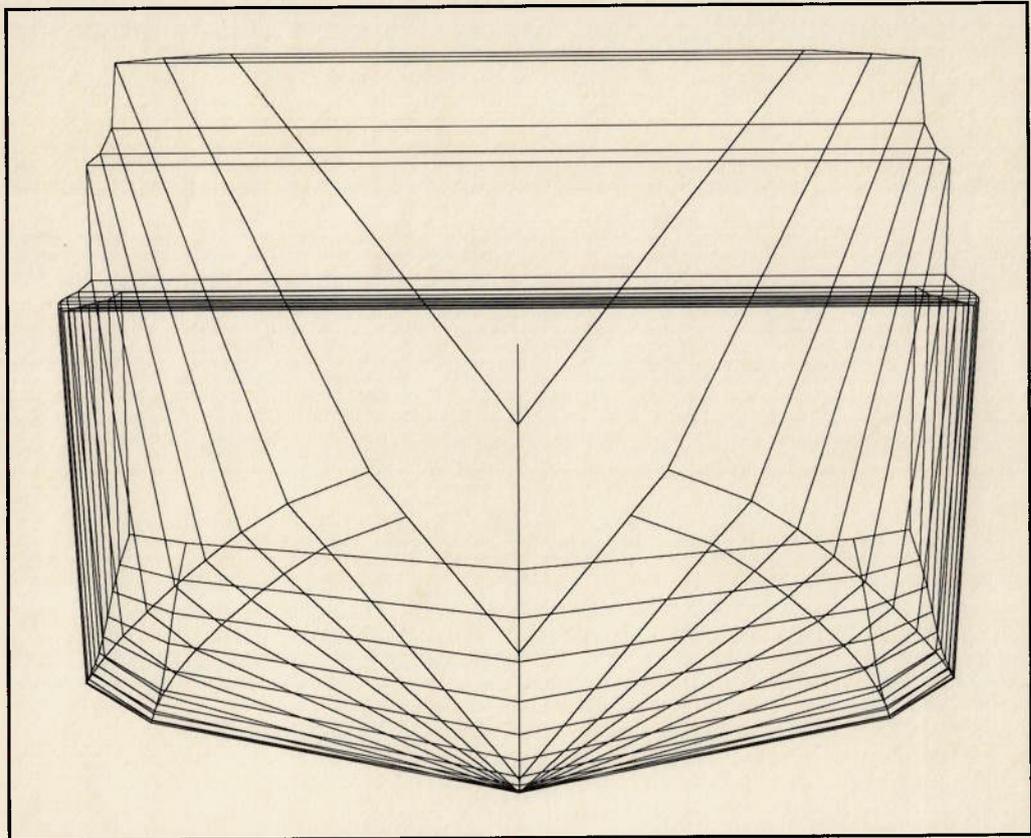


Figura 4.9 - View4 Right Navio 2

4.5 Implantação de Desenhos Futuros

As atividades planejadas para a continuidade da implantação do desenho do casco através de programas como Autocad ou MicroStation, abrangem a ampliação das funções oferecidas e a automatização de procedimentos.

Nos dois casos, será necessário o desenvolvimento de pequenas interfaces, para cálculos hidrostáticos, cálculos de estabilidade, cálculos estruturais, etc.

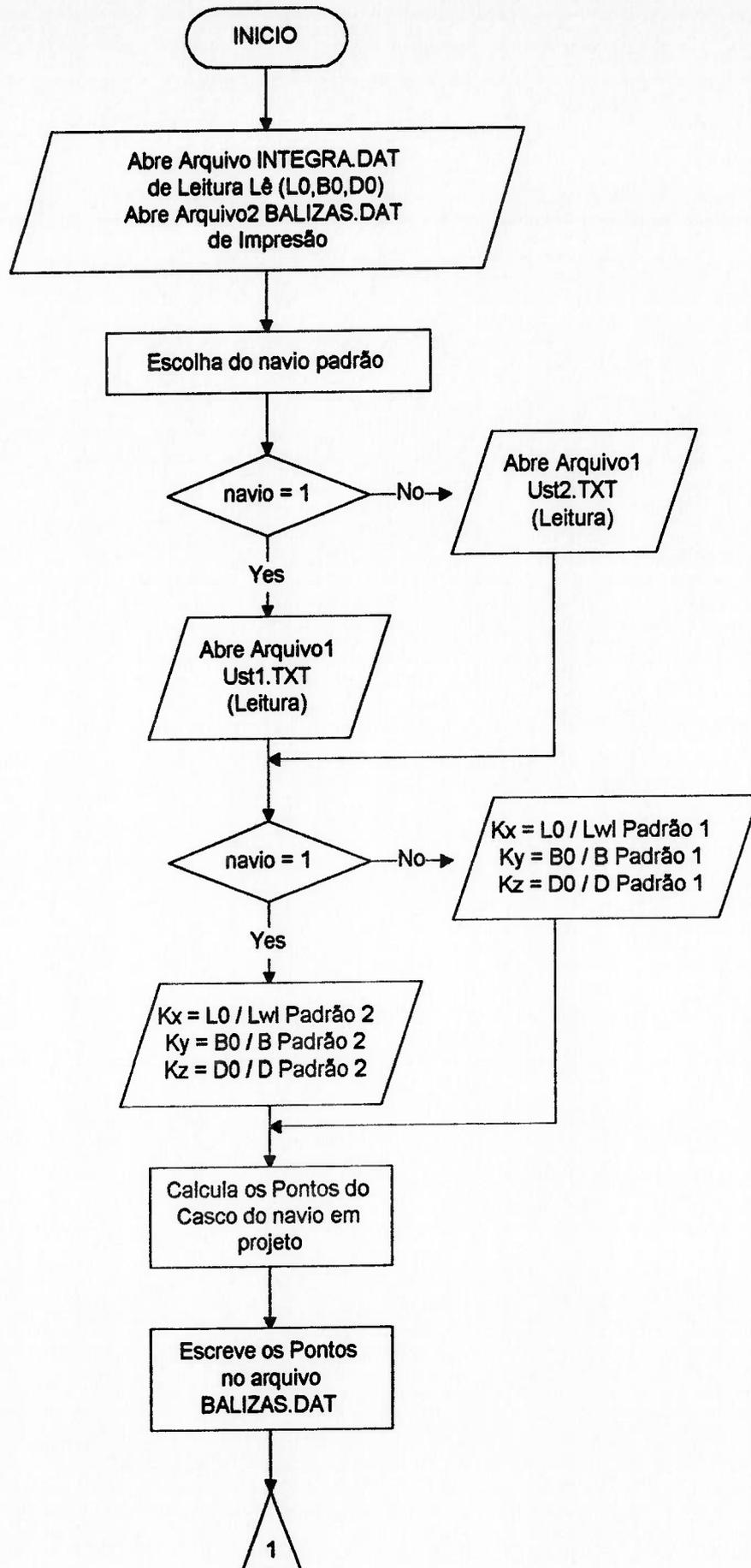
Vários autores, como BARNHILL [15] e ROGERS [16], apresentam a base matemática para B-splines e as suas vantagens em relação a outras curvas. Além

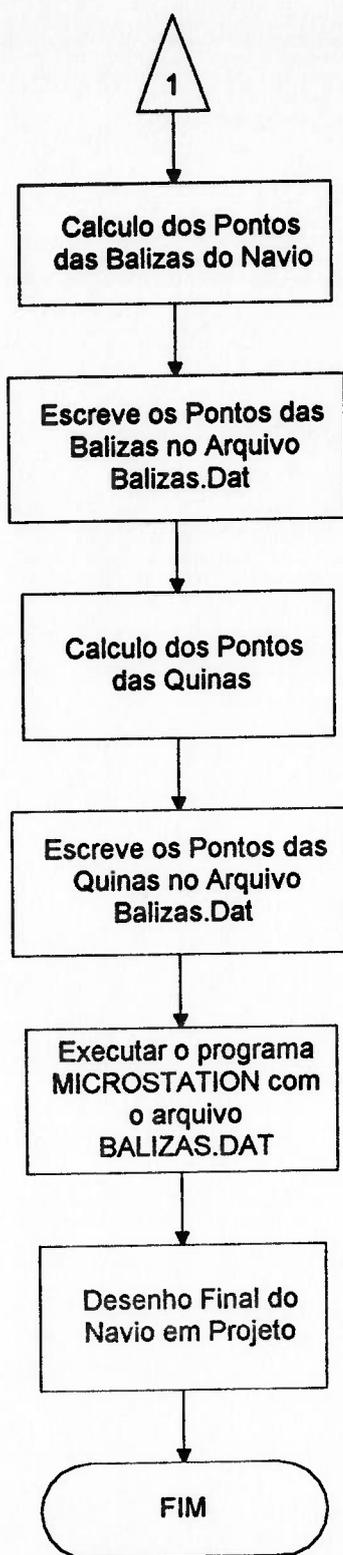
disso, a utilização destas curvas vem se diversificando em outros campos, como da análise estrutural, segundo YANG [17], e hidrodinâmica segundo OKAN [18].

O programa Plano de Linhas e MicroStation, mesmo como protótipo e ainda sem conhecer todas as funções do MicroStation, é uma nova alternativa que reúne condições de aplicação prática, com vantagens sobre o processo tradicional. A meta perseguida, por tanto, foi atingida: compor uma base inicial para o desenvolvimento de vários tipos de programas que trabalhem isoladamente, e representá-los num módulo central, visto que grande parte das tarefas do projeto de embarcações fundamenta-se na definição prévia da forma do casco.

4.6 Fluxograma

O fluxograma do programa *Plano de Linhas* é apresentado na Figura 4.10.





CAPITULO 5

5. DETERMINAÇÃO DAS CURVAS HIDROSTÁTICAS

As curvas que definem as características hidrostáticas do casco de uma embarcação são: Curvas Hidrostáticas, de Bonjean e Cruzadas, que podem ser obtidas através do programa ARQNAV. Desenvolveu-se um programa de interface, chamado CURVAS HIDROSTÁTICAS, a fim de compatibilizar o sistema INTEGRA com o ARQNAV.

5.1 Conceitos Preliminares

5.1.1 Curvas Hidrostáticas

Uma grande quantidade de informação das características geométricas de um navio é dada num gráfico que é chamado de Curvas Hidrostáticas. Estas características básicas são muito úteis para o projeto, a construção e a operação normal.

É habitual que se faça o traço do desenho de um navio tomando-se como base, cálculos efetuados nas curvas hidrostáticas, como uma propriedade da forma do casco em relação a diferentes calados e deslocamentos, de acordo com as várias condições de cargas; tais curvas são úteis para o estudo da estabilidade durante

a fase do projeto da embarcação pesqueira, estas curvas são projetadas todas juntas num papel em grande escala, para que possam ser utilizadas pela tripulação da embarcação. Tais curvas são conhecidas como curvas de forma do navio ou curvas hidrostáticas.

São usadas também no desenho preliminar, quando verifica-se a posição do centro de gravidade do barco, de forma tal que se ajuste ao estabelecido, pelos critérios de estabilidade e obtenha-se características apropriadas de trim, nestas curvas pode-se ver o deslocamento para um calado específico, leitura de calado dando o deslocamento, leitura do centro de flutuação no eixo vertical, leitura do centro de boiantes no eixo horizontal, leitura do centro longitudinal do plano da linha de água, etc.

5.1.2 Curvas De Bonjean:

São curvas que informam para cada baliza dada, um determinado calado, a área imersa da seção; a cada baliza corresponde, portanto, uma só curva. Elas geralmente são plotadas ao longo do perfil do navio, podendo este perfil estar ou não fazendo parte do diagrama de Curvas Hidrostáticas.

Outro modo de representação seria traçar todas as curvas com referência por uma única ordenada. Na Figura 5.1 tem-se a representação das curvas de Bonjean ao longo do perfil do navio.

Um dos usos principais das curvas de Bonjean está na determinação do volume do deslocamento do navio efetuada através de uma integração longitudinal

das áreas das seções transversais da embarcação que se está projetando.

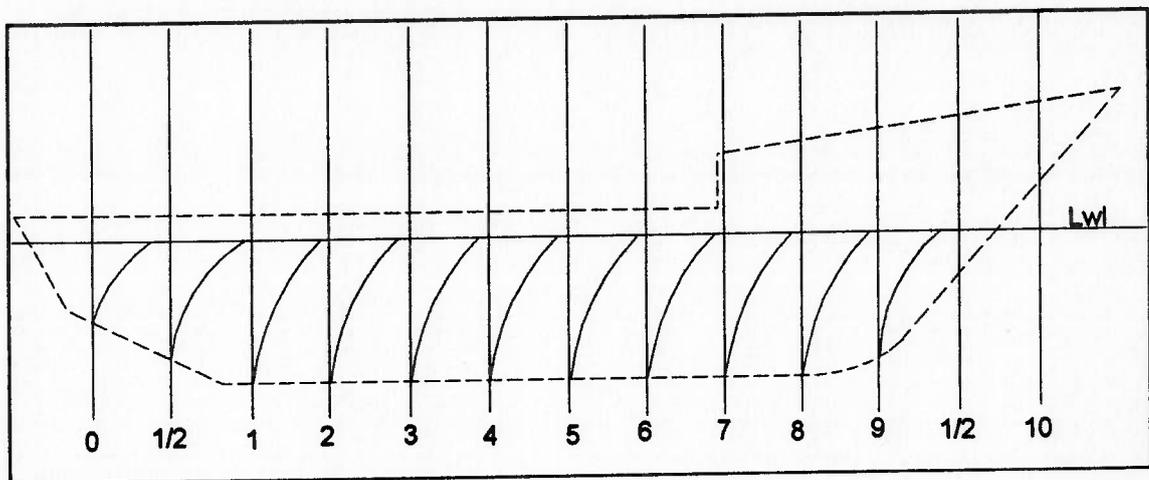


Figura 5.1 - Curvas de Bonjean

5.1.3 Curvas Cruzadas de Estabilidade

Um dos usos principais das curvas Cruzadas de Estabilidade é a determinação do braço de endireitamento (GZ) da embarcação que se está projetando.

5.2 Posicionamento do Navio no Eixo de Coordenadas

Este programa está definido por uma geometria do casco do navio em relação a um sistema de coordenadas cartesianas com as seguintes características:

- a. *Eixo da linha da base* - Esta linha é a que define o endereço longitudinal da embarcação pesqueira. O sentido positivo pode ser feito desde a popa até

a proa do navio.

b. *Eixo das bocas médias* - Esta linha define o endereço da medida transversal da embarcação pesqueira. O sentido positivo que se dê aos pontos deste eixo podem ser tomados de bombordo a estibordo. Como os cascos projetados destes navios pesqueiros são simétricos, sua origem deve coincidir com o eixo de simetria da linha de popa à proa da embarcação.

c. *Eixo das cotas* - Esta linha define a direção vertical da embarcação, o sentido positivo pode ser definido da linha base até emcima e sua origem deve partir desde a linha base.

A seguir, estes três eixos de coordenadas onde se definem todas as medidas que descrevem o casco da embarcação pesqueira, é mostrado na Figura 5.2.

O programa Arqnav foi desenvolvido em quatro partes importantes, as quais desenvolvem os diferentes cálculos necessários, para definir todas as características básicas da embarcação que estamos precisando, e elas são:

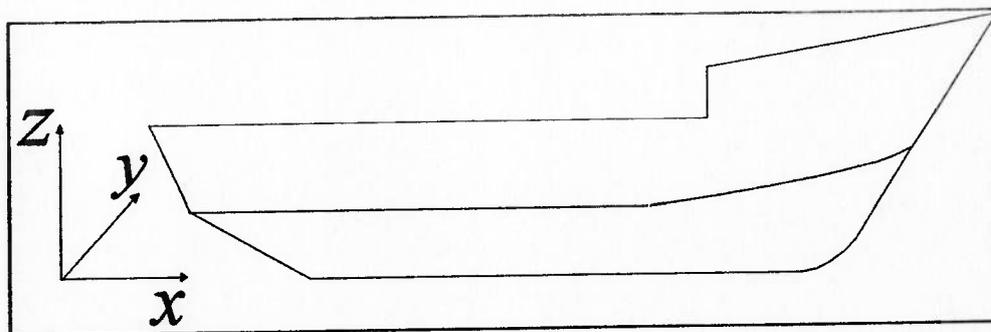


Figura 5.2 - Posicionamento no Eixo de Coordenadas

5.2.1 Definição do casco

Através deste, o programa faz a atualização dos dados da embarcação pesqueira, permitindo ao usuário a perfeita definição da geometria do casco.

5.2.2 Curvas Hidrostáticas

Nesta opção, o programa pedirá o valor do trim e do calado da embarcação para cálculo .

5.2.3 Curvas de Bonjean

O programa pedirá o calado para fazer os cálculos respectivos e depois mostrá-los na tela do computador.

5.2.4 Curvas Cruzadas de Estabilidade

Aqui, o programa pedirá o valor do trim, o número de deslocamentos da embarcação e os ângulos para que o programa possa efetuar os cálculos.

5.3 Casos de Aplicação:

Para o desenvolvimento deste capítulo levou-se em conta as características dos dois navios padrões já mencionados, colocados de forma tal que seu acesso ao

programa ARQNAV [19], seja de maneira rápida, e os cálculos sejam baseados, de acordo com os critérios planejados pelo armador, tomando-se como base as dimensões principais, geradas no programa de coeficientes iniciais.

A definição do casco é determinada pelas dimensões principais como, o comprimento total, o comprimento entre perpendiculares, a boca, o calado e a posição longitudinal da meia nau.

A definição das formas destes dois navios padrões, de acordo com os critérios do programa ARQNAV são:

- a. *Navio 1* - O perfil da embarcação pesqueira é definida no plano XZ por 35 pontos, a definição do casco é feita tomando-se como base as 30 balizas equidistantes uma da outra no plano ZX. Cada uma delas é definida por uma quantidade fixa de pontos no plano ZY, tomando como linha central dos eixos a baliza número 15, de forma que tenham um sentido negativo as balizas que se encontram de 1 a 14, e um sentido positivo, as que se encontram de 16 a 30.
- b. *Navio 2* - O perfil da embarcação pesqueira é definido no plano XZ por 35 pontos, a definição do casco é feita tomando-se como base as 21 balizas equidistantes uma da outra no plano ZX. Cada uma delas é definida por uma quantidade fixa de pontos no plano ZY, tomando como linha central dos eixos a baliza número 1, de tal forma que tenham um sentido positivo as balizas restantes.

5.4 Atomatização Das Curvas Hidrostáticas

As dimensões principais que dão forma à embarcação no projeto requerido pelo armador, são buscadas no arquivo INTEGRA.DAT.

A partir disso, toma-se o comprimento, a boca e o calado para a determinação dos coeficientes K1, para as variações das medidas no plano XZ, K2, para as variações das medidas no plano ZY, e K3 para as variações de medidas no plano ZX. Estes três fatores representam a variação da escala nos três eixos de coordenadas entre a embarcação pesqueira que se está projetando e os modelos padrões.

Depois da determinação destes coeficientes lê-se o arquivo do navio padrão, e de acordo com o comprimento, escolhe-se com o qual se vai trabalhar. O formato do arquivo padrão é mostrado no Anexo 3, logo efetuando-se a multiplicação dos valores do comprimento por K1, as bocas médias por K2 e as cotas por K3. Este procedimento repete-se para cada uma das balizas da embarcação.

Este processo gerará um novo arquivo chamado COTAS.DAT, com o qual o usuário terá um acesso direto ao programa ARQNAV e poderá determinar os seguintes arquivos:

- a. *COTAS.HID* - O qual contém os dados correspondentes aos resultados das Curvas Hidrostáticas.
- b. *COTAS.BON* - O qual contém os dados correspondentes aos resultados

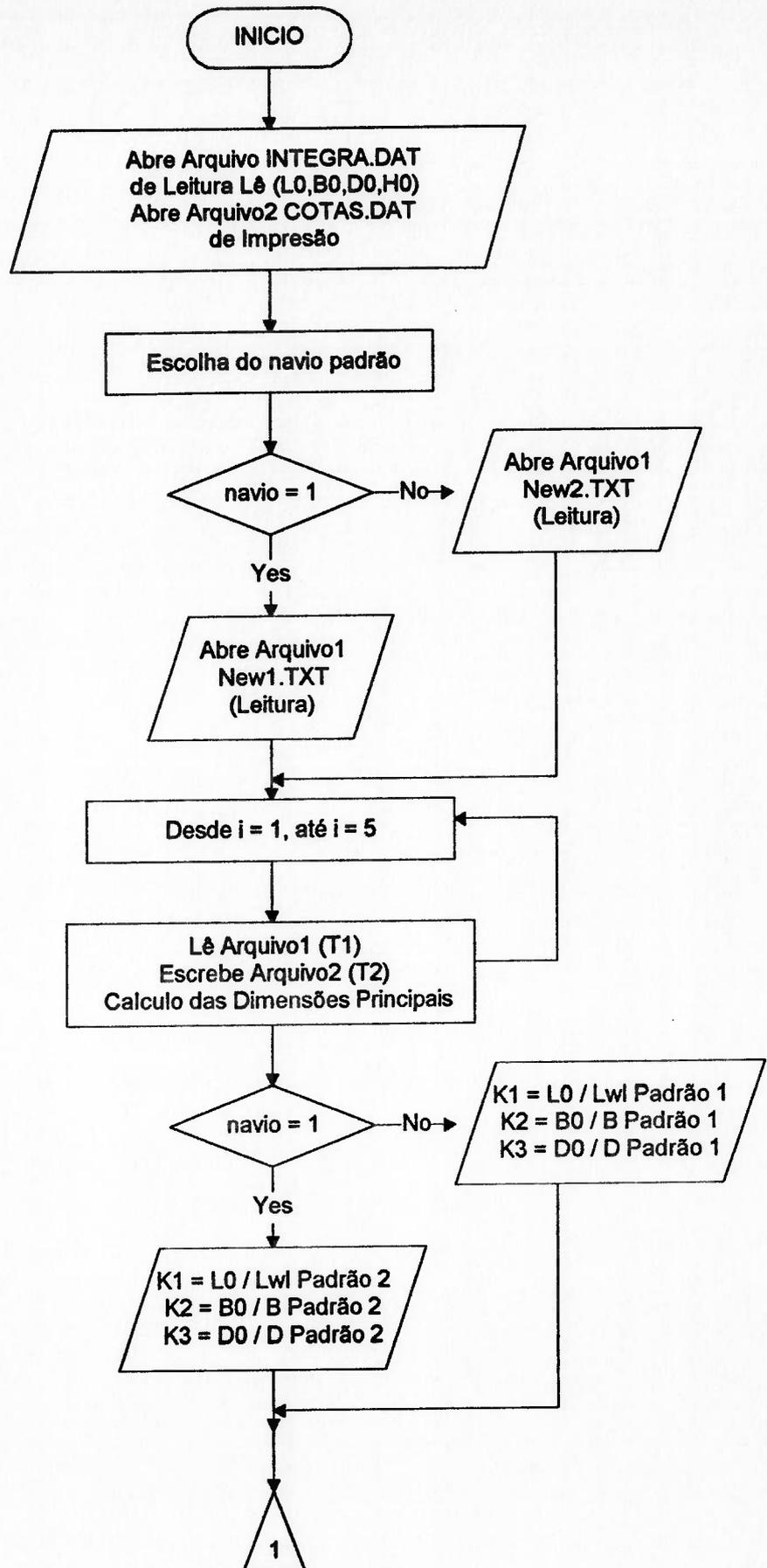
das Curvas de Bonjean.

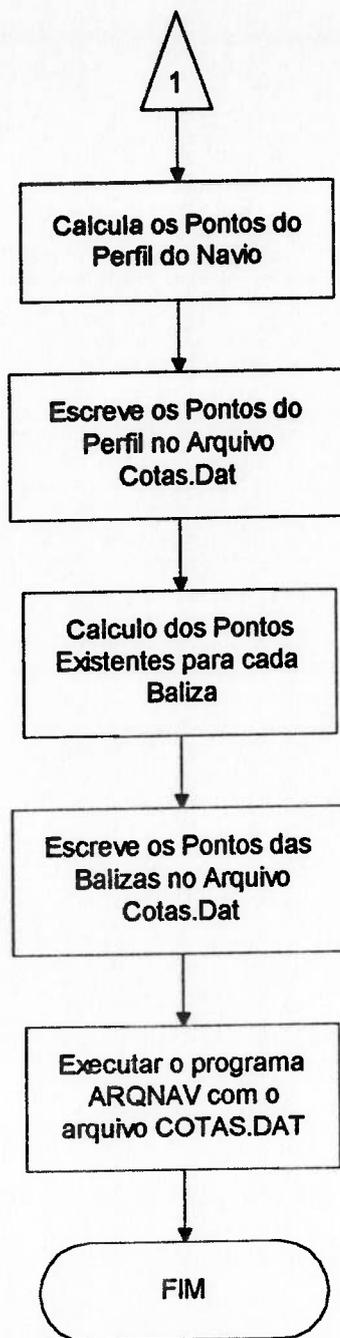
c. *COTAS.CRU* - O qual contém os dados correspondentes aos resultados das Curvas Cruzadas.

5.5 Fluxograma

O fluxograma do programa "*Curvas Hidrostáticas*" é apresentado na Figura

5.3.





CAPÍTULO 6

6. ESTABILIDADE

Os cálculos de estabilidade do navio, são elaborados através do programa ESTÁVEL, o qual precisa de quatro arquivos de entrada. A compatibilização do sistema *INTEGRA* com o programa ESTÁVEL acabou criando estes quatro arquivos, baseando-se nos dados até agora gerados.

6.1 Revisão Bibliográfica

A legislação existente sobre os requisitos mínimos de estabilidade que devem ser observados nas embarcações pesqueiras, praticamente se resume à “*Torremolinos Convention*” de 1977 [20]. Nesta conferência recolheram-se todas as normas que se relacionam com as embarcações de pesca. Adicionalmente são também estabelecidos os documentos que obrigatoriamente devem compor um estudo de estabilidade para este tipo de embarcação.

Antes da publicação [20], ficava a cargo dos projetistas a escolha dos critérios que seriam adotados na verificação da estabilidade de cada navio, sendo que, basicamente, dois procedimentos distintos eram observados:

- a. As embarcações de grande ou médio porte, construídas em estaleiros organizados e projetadas por firmas especializadas, normalmente tinham sua estabilidade avaliada de acordo com critérios recomendados por organismos

internacionais como a **IMO** ou adotadas pelas **Administrações Marítimas** de outros países.

b. Nas embarcações de pequeno porte, construídas em pequenas estaleiros geralmente através de processos artesanais e sem a assessoria de um engenheiro naval durante as fases de projeto ou construção, a estabilidade intacta era verificada por fórmulas empíricas ou procedimentos simplificados, que nem sempre caracterizavam de forma satisfatória as suas características de estabilidade.

Anteriormente era praticamente impossível elaborar-se um regulamento definitivo, que fosse adequado às características de construção e operação das embarcações existentes. Isto por causa da inexistência de um registro organizado sobre as características de estabilidade das diferentes embarcações, pela falta de experiência e conhecimento técnico especializado sobre o assunto, que possibilitassem uma análise criteriosa sobre a influência dos diversos itens considerados nos critérios já existentes, ou da adequação dos procedimentos simplificados até então utilizados.

A previsão de segurança de uma embarcação sem avarias e em ondas é ainda um problema. Os critérios de estabilidade existentes não são totalmente seguros porque, para se conseguir simplicidade e por razões práticas, desprezam-se influências importantes.

De acordo com o relatório preparado pela **NTSB** (“*National Transportation Safety Board*”) [21], o segmento de barcos de pesca é um dos setores industriais com

os mais altos níveis de risco em todo o mundo, apresentando registros de acidentes piores que os de qualquer outro segmento industrial

Os fatores que podem influenciar desfavoravelmente sobre a segurança em relação ao naufrágio, o mais grave dos acidentes são os seguintes:

a. Fatores relacionados com a distribuição e posição do carregamento e com o serviço da embarcação:

- Colocação inadequada da carga com possível elevação do centro de gravidade;
- Efeito de aparição de superfícies livres em consequência dos consumos realizados durante a navegação;
- Diminuição da altura metacêntrica pela variação do calado da embarcação por causa do consumo de combustível e provisões;
- Seqüência de consumos inadequados que pode elevar o centro de gravidade ou tornar as superfícies livres maiores;
- Colocação não simétrica do carregamento ou dos consumíveis, em relação ao plano de simetria da embarcação;
- Fixação inadequada com possível movimento de traslação do carregamento;
- Efeitos escorantes como a pesca pelo costado e pesca pela popa, etc.

b. Fatores relacionados com as condições ambientais da navegação

- Ação de balanço causada pelas ondas de través;
- Pressão estática do vento e efeito dinâmico;
- Diminuição da estabilidade da embarcação causada pelas ondas de popa;
- Formação de gelo nas cobertas e costados;
- Água embarcada na coberta em função de ondas fortes.

6.2 Critérios de Estabilidade

Uma adequada estabilidade é um dos fatores mais importantes para a segurança, com o propósito de se obter uma segura resposta do navio quando está no mar. Os projetistas são responsáveis de dar ao navio esta segurança. Uma manobra inadequada pode diminuir a estabilidade ou os braços de endireitamento para um nível perigosamente baixo, por isso o projetista deve ter um bom conhecimento das manobras a bordo.

O problema de estabelecer critérios de estabilidade para embarcações existe há muito tempo. Somente no final do século XIX tentou-se avaliar os requisitos mínimos de segurança, pois a falta de entendimento da física do emborcamento e a influência de diferentes parâmetros de estabilidade impediram a continuação destas propostas.

Um análise estatística feita por RAHOLA [22], tem resultado num possível

critério de estabilidade dando uma base para futuros critérios adotados ou recomendados em vários países.

Com a finalidade de assegurar uma boa condição de estabilidade, durante as diferentes operações de trabalho de uma embarcação pesqueira, a assembléia da IMO, junto com a Resolução A.167 [23] adotou a Resolução A.168 [24].

Nestas recomendações todos os critérios básicos de estabilidade são idênticos aos da Resolução A.167 [23], com exceção de uma maior altura metacêntrica requerida, pois a maioria das embarcações têm bordas livres baixas, são as chamadas embarcações de cobertas simples. Os critérios para embarcações de pesca foram obtidos por métodos de análise estatística e calculos como os utilizados por NADEINSKI e JEAN [25], e THOMPSON [26].

Além do requisito acima, a Resolução A.168 também inclui:

- a. Recomendações práticas sobre as divisões dos porões de peixes;
- b. Recomendações práticas referente às braçolas de escotilhas e às soleiras das portas nas embarcações pesqueiras;
- c. Recomendações sobre requisitos mínimos de congelamento nas embarcações pesqueiras;
- d. Recomendações práticas sobre as portas para alagamento de água;
- e. Algumas sugestões para os pescadores.

Os itens (d) e (b) foram mais tarde desenvolvidos e incluídos no [27].

Ao mesmo tempo observou-se que a Resolução A.168 [24] não era possível ser aplicada em pequenas embarcações construídas sem algum plano ou nenhum cálculo de curvas hidrostáticas ou cruzadas. Por tal motivo, foi adotado em 1971 a Resolução A.207 [28], considerou-se a necessidade de tornar mais confiável a aplicação do critério de estabilidade, desenvolvendo-se a Resolução A.267 [29].

Em 1974 a IMO e a FAO concordaram em incluir requisitos das Resoluções A.168 e A.207 na Parte B do “*Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels*” [30]. Como este código se aplica às embarcações superiores a 24 metros de comprimento, em 1979 se desenvolveram as “*Voluntary Guidelines for the Small Fishing Vessels*” [31], especificando o critério para comprimentos menores de 24 metros, abrangendo por completo, as embarcações no mundo.

Em 1977 foi celebrada em Torremolinos, ESPANHA, a “*International Conference on Safety of Fishing Vessel*” [20], sob os auspícios da IMO, que adotou a “*Torremolinos International Convention*” aplicado à segurança de navios de pesca de 24 metros de comprimento ou mais, contendo aspectos de estabilidade e navegabilidade. Os critérios são basicamente os mesmos da Resolução A.168, exceto pela altura metacêntrica requerida, que pôde ser reduzida a 15 cm, para navios de 70 metros de comprimento ou mais.

6.2.1 Critério de Estabilidade Intacta para Embarcações de Pesca

Como o emborcamento é um processo dinâmico, deve-se calcular a

estabilidade dinâmica que é definida como o trabalho realizado para inclinar o navio até o ângulo φ , energia que é proporcional à área sob a curva de estabilidade estática (curva $GZ \times \varphi$). Este critério de estabilidade intacta mostra diretamente nesta curva a estabilidade dinâmica em qualquer ângulo de inclinação.

A estabilidade intacta de cada embarcação de pesca é avaliada para todas as condições de carregamento indicadas e devem obedecer o critério de estabilidade intacta levando em conta as considerações do projeto.

A estabilidade intacta de uma embarcação de pesca é especificada através do critério da IMO na Resolution A.168, com um requisito adicional, onde as embarcações de pesca têm, no mínimo, o limite de estabilidade de 60 graus, este critério mínimo consiste basicamente nos seguintes itens:

- a. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre os ângulos de inclinação de 0° e 30° não deve ser inferior a 0.055 metro-radianos;
- b. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre 0° e 40° ou entre 0° e o ângulo de alagamento, caso este seja menor do que 40° , não deve ser inferior a 0.090 metro-radianos;
- c. A área sob a curva de Estabilidade Estática ou curva de braços de endireitamento (curva $Gz \times \varphi$) compreendida entre 30° e 40° ou entre 30° o ângulo de alagamento, caso este seja menor do que 40° , não deve ser menor

do que 0.030 metro-radianos;

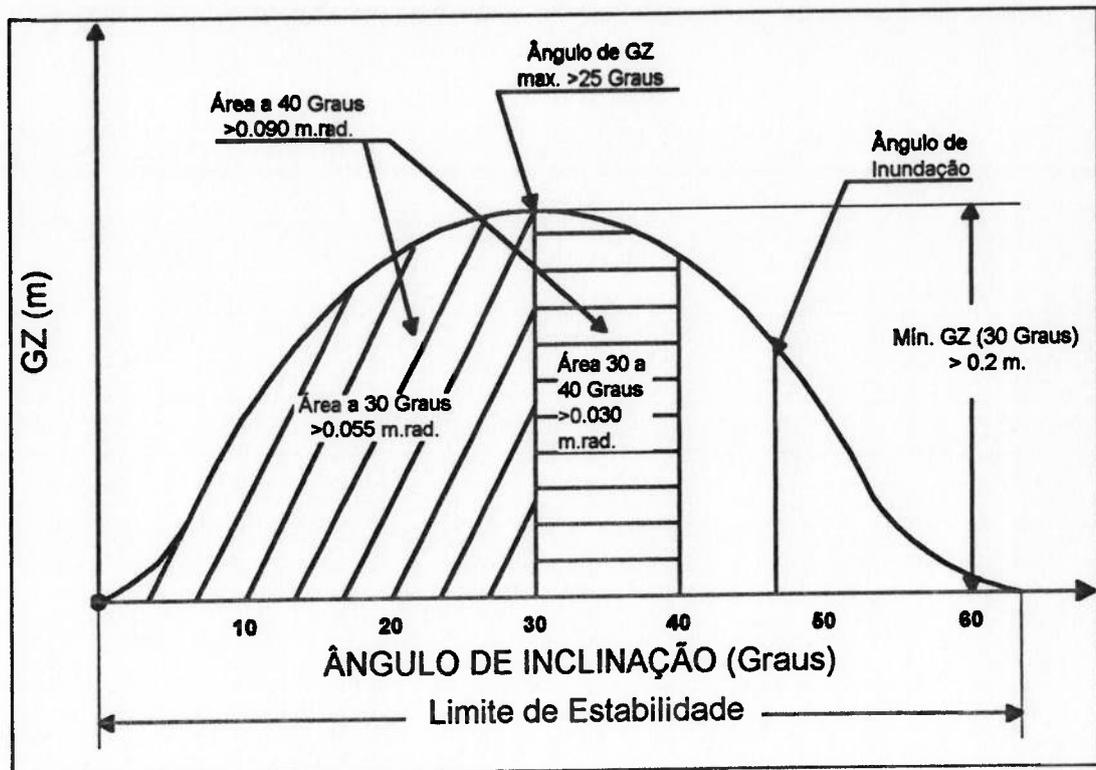


Figura 6.1 - Critério de Estabilidade Intacta

- d.. O braço de endireitamento correspondente ao ângulo de inclinação de 30°, não deve ser menor do que 0.20 metros;
- e. O braço de endireitamento máximo deve ocorrer em um ângulo de inclinação preferencialmente excedendo 30°, mas não menor do que 25°;
- f. A altura metacêntrica inicial não deve ser inferior a 0.35 metros;
- g. Como uma parte adicional deste critério, é necessário no mínimo o limite de estabilidade de 60 graus.

Na Figura 6.1, são mostrados os critérios de estabilidade intacta.

6.2.2 Critério de Balanço e Eventos Severos

A capacidade de uma embarcação em resistir ao efeito do balanço e ventos severos será demonstrada usando os braços dinâmicos de inclinação pela ação dos ventos, levando em conta o ângulo de balanço devido a ondas. O critério para uma estabilidade adequada na pior condição de operação, comprovará que o esforço feito pelo momento de inclinação dos braços dinâmicos externos, área "a" da Figura 6.2, é igual ou menor que o trabalho feito pelo restante do braço de restauração, área "b" da mesma Figura.

O critério de balanço e eventos severos indicado pela IMO na Resolução A.562(14) [32] é uma medida para determinar a capacidade de uma embarcação de pesca em resistir aos efeitos dos ventos e de balanços intensos. As embarcações de pesca devem satisfazer o critério contido em A-562(14) como se mostra na Figura 6.2

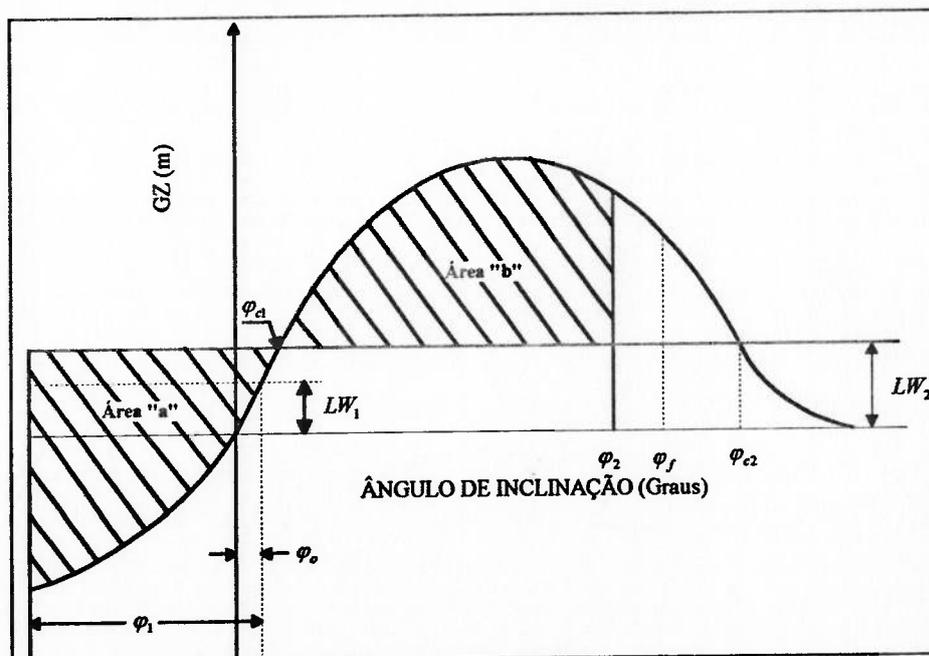


Figura 6.2 - Critério de Balanço e Ventos Severos

- b. Face ao ângulo de equilíbrio (φ_0), a embarcação é submetida a um balanço, devido à ação do vento, até um ângulo de balanço (φ_1) a barlavento;
- c. O navio está sujeito a uma rajada de pressão do vento, que resulta no braço de inclinação correspondente (LW_2);
- d. Sob estas condições a área "b" deve ser igual ou maior que a área "a";
- e. Os ângulos na figura 6.2 são definidos como segue:

φ_0 = Ângulo de inclinação sob a ação de um vento constante (ângulo de equilíbrio, no qual não deve ultrapassar os 16 graus)

φ_1 = Ângulo máximo de balanço se dá a partir do ponto de equilíbrio estático

φ_2 = Ângulo de inundação (φ_f), ou 50 graus, ou φ_a , ou qual seja menor,

φ_f = Ângulo de inclinação no qual encontramos aberturas no casco, superestruturas ou pontes que não possam ser estanques à imersão. Na aplicação deste critério, pequenas aberturas através das quais pode haver inundação progressiva não devem ser consideradas necessariamente como abertas

φ_{cl} = Ângulo da primeira interceptação da curva do braço do momento de inclinação correspondente a uma rajada de vento

(LW_2) , e a curva de braços de endireitamentos

φ_a = Ângulo da segunda interceptação da curva do braço do momento de inclinação correspondente a uma rajada de vento (LW_2) , e a curva de braços de endireitamentos

- f. Os braços de inclinação devido à pressão do vento LW_1 e LW_2 , referidos acima, são valores constantes para todos os ângulos de inclinação, e o ângulo de balanço (φ_1) é calculado no programa ESTÁVEL.

O ângulo de balanço para embarcações providas com equipamentos ativos de estabilização deve ser determinado sem levar em consideração a operação destes equipamentos. Para embarcações com tanques de estabilização deve-se usar o efeito total de superfícies livres, para determinar GM usado no cálculo do ângulo de balanço.

6.4 Condições de Carregamento da Embarcação Pesqueira

Cada uma das condições de carregamento do navio são recomendadas segundo a “*International Conference on Safety of Fishing Vessels*” e o “*Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels*”. Além destas, considera-se uma quinta condição, “*Condição de Partida do Porto com Lastro*”, [33] levando em conta que a maioria dos pesqueiros possuem tanques de lastro à frente da embarcação, as condições de carregamento consideradas são mostradas na Tabela 6.1:

TIPO	CONDIÇÃO	COMENTÁRIO
I	Condição de Partida do Porto	Com capacidade total de 100% nos tanques de combustível, água e provisões ou víveres.
II	Condição de Retorno do Banco de Pesca	Máximo carregamento, com capacidade total de 100% dos porões e meia capacidade 50% dos tanques de combustível e provisões.
III	Condição de Chegada ao Porto (A)	Com capacidade total, 100% dos porões e reduzidas capacidades de 10% dos tanques de combustível e provisões.
IV	Condição de Chegada ao Porto (B)	Com 20% da capacidade total dos porões e reduzidas capacidades de 10% dos tanques de combustível e provisões.
V	Condição de Partida do Porto com Lastro	Com capacidade total, 100% dos tanques de combustível, água e lastro, como de provisões ou víveres.

Tabela 6.1 - Condições de Carregamento

6.5 Ambiente Operacional

Para o cálculo da estabilidade da embarcação pesqueira em projeto, a opção ESTABILIDADE do programa *INTEGRA*, possui um sub menu adicional, no qual poderemos criar os arquivos necessários para a interface entre nosso programa *INTEGRA* e o programa ESTÁVEL.

6.5.1 Elaboração de Arquivos

Os arquivos necessários para a execução do programa ESTÁVEL são obtidos mediante as seguintes opções:

- a. *Arquivo de Descrição de Casco da Embarcação* - O qual gera o arquivo ESTAV1.DAT;
- b. *Arquivo dos Componentes da Embarcação* - O qual gera o arquivo ESTAV2.DAT;
- c. *Arquivo com Dados cas Curvas Cruzadas* - O qual gera o arquivo ESTAV3.DAT;
- d. *Arquivo com as Propriedades Hidrostáticas* - O qual gera o arquivo ESTAV4.DAT.

Estas quatro opções se encontram no sub menu ESTABILIDADE do programa *INTEGRA*.

6.5.2 Arquivo de Descrição do Casco ESTAV1.DAT

Possui os dados que correspondem às informações gerais da embarcação em projeto. Envolvem o nome do navio e número do projeto que são lidos no arquivo resultante do programa CURVAS HIDROSTÁTICAS. O nome do estaleiro é fornecido pelo usuário, as dimensões principais são tomadas do arquivo INTEGRA.DAT. A área lateral da superestrutura e centro da gravidade da superfície lateral são fornecidos pelo usuário.

6.5.3 Arquivo dos Componentes da Embarcação ESTAV2.DAT

Devido à grande quantidade de informação requerida para a

elaboração deste arquivo, foi necessária a ajuda de uma planilha de cálculo elaborada no EXCEL, a qual contém o arranjo geral dos tanques de cada um dos modelos padrões, os pesos, capacidades totais, VCG e LCG a 100%, 50%, 20% e 10%. Os dados dos centros de gravidade e dos pesos dependem das condições de carregamento a que está submetida a embarcação durante cada condição de viagem.

TIPO	DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO
1	Componentes Fixos	Correspondem àqueles componentes sólidos não consumíveis e que permanecem invariáveis nas diferentes condições de carregamento. Exemplo: Navio Leve, tripulação, bote auxiliar, rede, equipamentos sobre a coberta, etc.
2	Provisões Sólidas	Correspondem a todo conjunto de víveres comestíveis, gêneros alimentícios, etc.
3	Provisões líquidas	Correspondem àqueles tanques destinados ao armazenamento de água potável para consumo humano.
4	Tanques Consumíveis	Correspondem àqueles tanques que registram consumo durante uma travessia. Exemplo: Tanques de combustível, óleo lubrificante.
5	Tanques de Lastro	Correspondem àqueles tanques que são usados para dar estabilidade e navegabilidade à embarcação.
6	Porões	Correspondem aos grandes espaços destinados à arrumação da carga
7	Tanques não Consumíveis	Correspondem àqueles tanques que dada sua utilidade, sempre mantém seus níveis altos, independentemente das condições de serviço. Exemplo: Tanques de serviço e decantação de combustível, tanques de óleo, lubrificantes, etc.

Tabela 6.2 - Tipo dos Componentes da Embarcação

O usuário entrará em uma das duas planilhas de cálculo com o comprimento, a boca e o calado da embarcação em projeto, alterando automaticamente as fórmulas desenvolvidas para cada um dos componentes existentes. Também poderá acrescentar ou deletar algum deles segundo seu critério. O cálculo das capacidades e dimensões de cada um dos tanques foi desenvolvido tendo-se por base aos dois modelos padrões, como se mostra no Anexo 4.

Os componentes são classificados por CABRERA [33], por um campo chamado “*Tipo*”, que se associam a cada um dos dados como se mostra na Tabela 6.2:

Esta planilha de cálculo deverá ser salva como arquivo texto com a extensão .CSV, para poder ser lida pelo sistema *INTEGRA* e gerar o arquivo dos componentes da Embarcação ESTAV2.DAT.

6.5.4 Arquivo dos dados das Curvas Cruzadas ESTAV3.DAT

Para gerar o Arquivo ESTAV3.DAT há necessidade de dois componentes importantes:

- a. Da Planilha de Cálculo como se descreve no ponto anterior. O programa calcula os deslocamentos para cada condição de viagem e mostra na tela os resultados, juntamente com o ângulo de deriva extraído do ARQNAV;
- b. Dos braços de endireitamento correspondentes ao deslocamento segundo a condição e o ângulo de inclinação do navio em projeto. Estes dados são tirados do arquivo Cotas.cru, gerados pelo ARQNAV.

6.5.5 Arquivo com as Propriedades Hidrostáticas ESTAV4.DAT

Para gerar o Arquivo ESTAV4.DAT precisa-se de dois componentes importantes:

- a. Da Planilla de Cálculo como se descreve no ponto anterior. O programa calcula para cada condição de viagem, os deslocamentos a que se encontra submetido o navio em projeto;
- b. Do Momento do Trim Unitário (MTC) e Altura do Metacentro da Embarcação (KM) correspondentes a cada um dos calados do projeto do navio, que são calculados e mostrados na tela do ARQNAV, e do arquivo Cotas.hid, o qual contém as propriedades hidrostáticas do navio em projeto;

Os dados de Coeficientes de Bloco (Cb), Coeficientes da Seção Mestra (Cx) e Coeficiente da Linha d'água (Cwl), são calculados como se mostra no Anexo 4.

6.6 Fluxograma dos Programas

O fluxograma dos Programas são apresentados nas Figuras 6.3, Figura 6.4, Figura 6.5 e Figura 6.6:

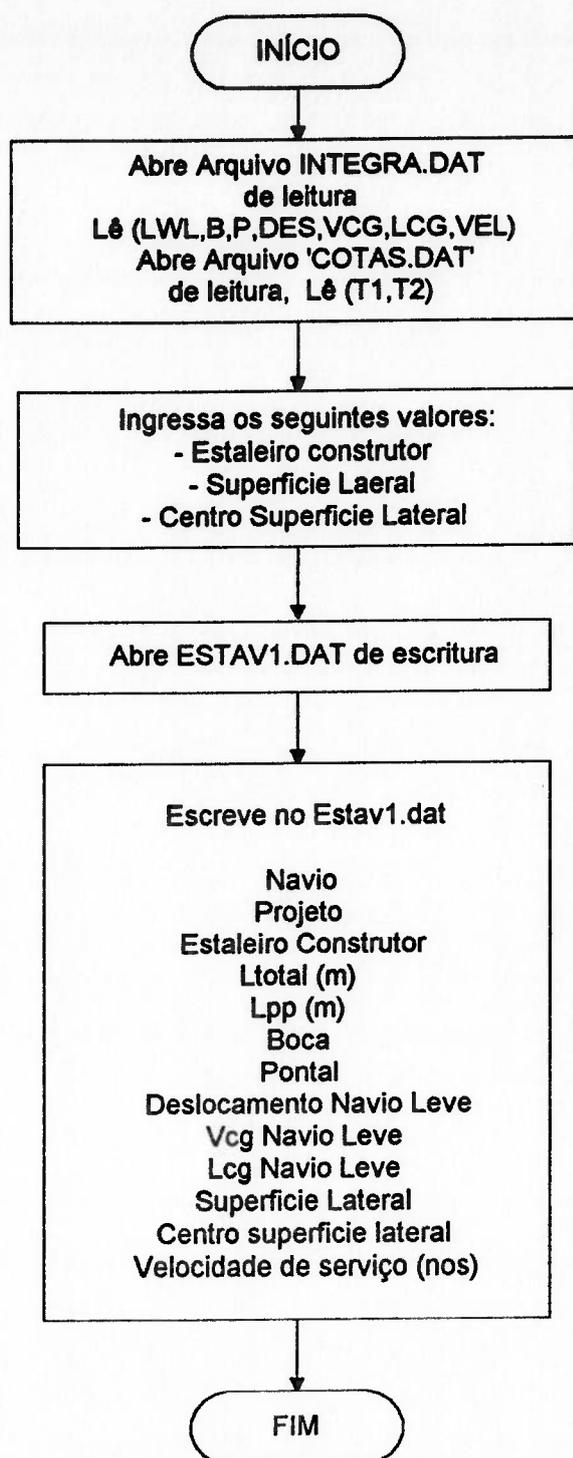


Figura 6.3 - Fluxograma da Descrição do Casco

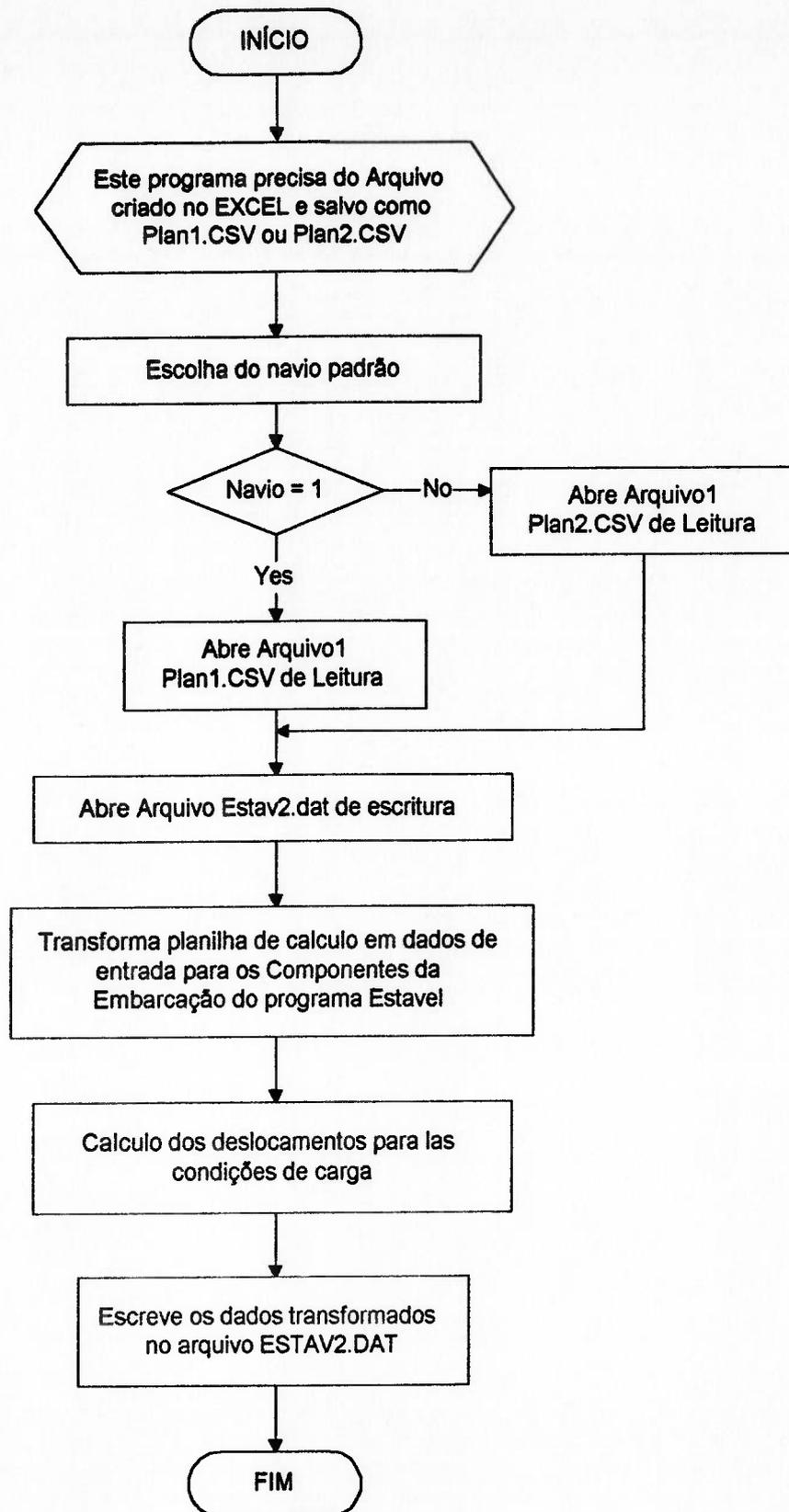


Figura 6.4 - Fluxograma dos Componentes da Embarcação

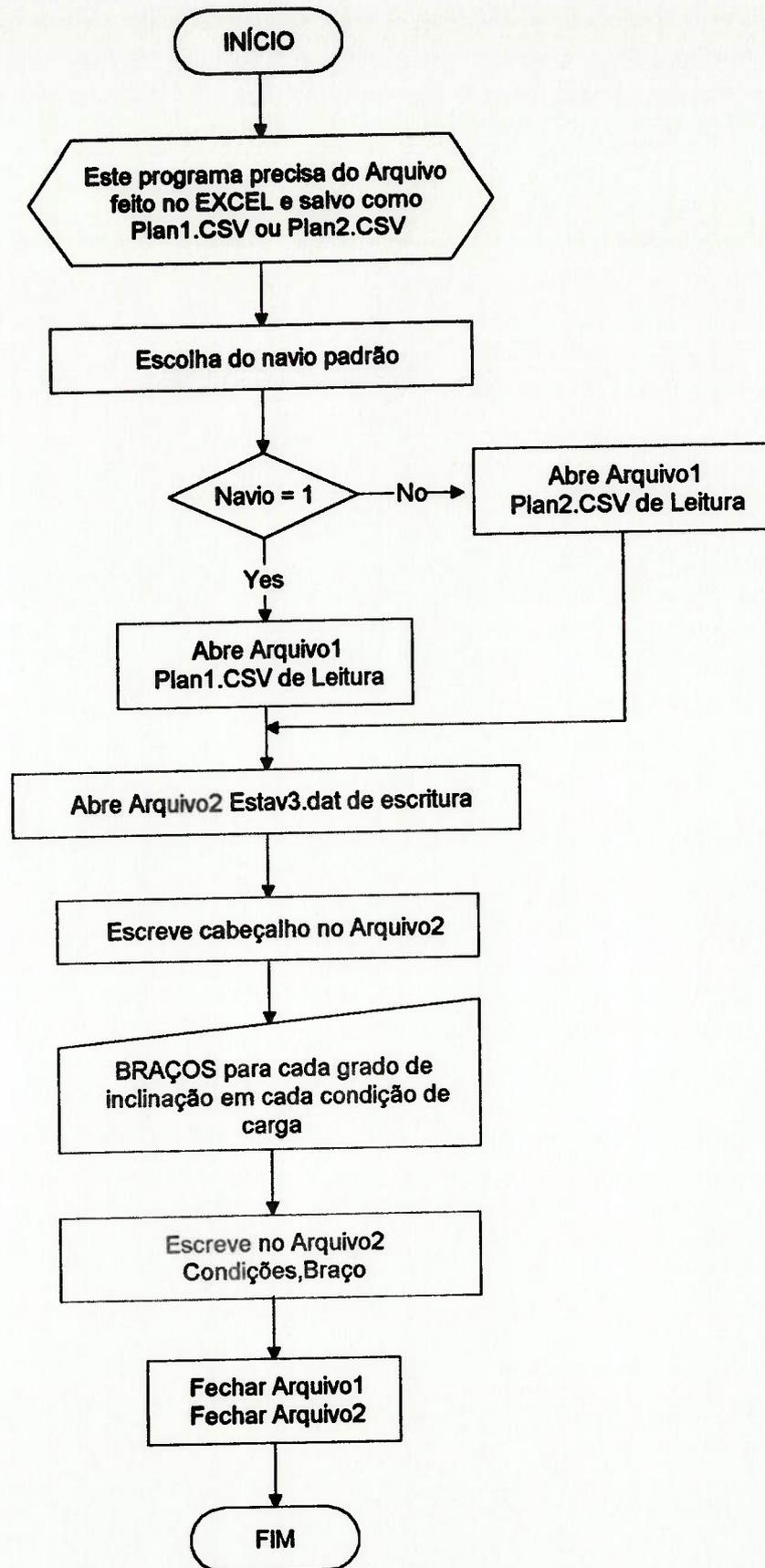


Figura 6.5 - Fluxograma das Curvas Cruzadas

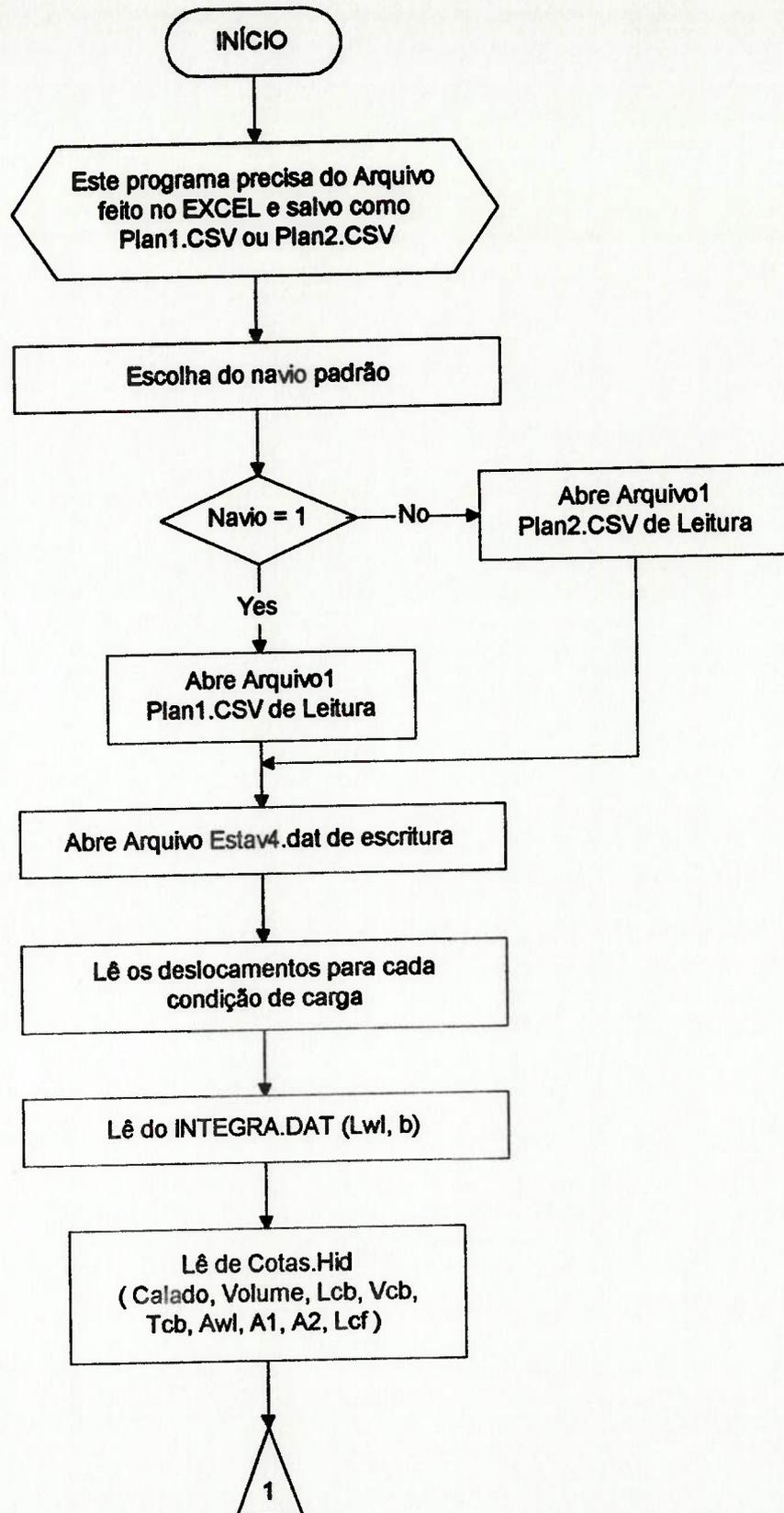


Figura 6.6 - Fluxograma das Curvas Hidrostáticas

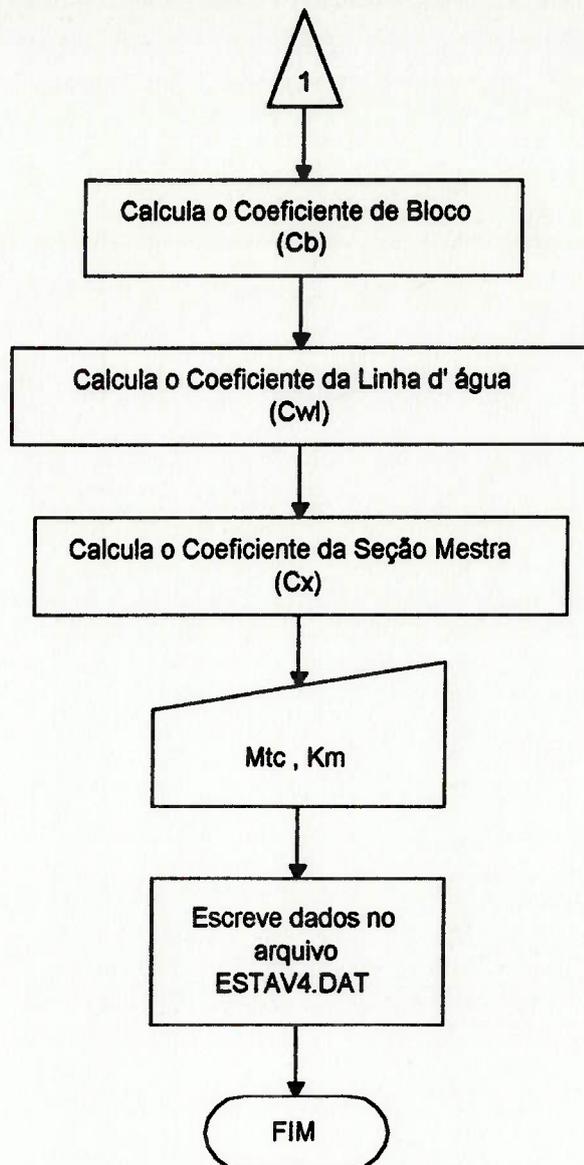


Figura 6.6 - Fluxograma das Curvas Hidrostáticas

CAPÍTULO 7

7. RESISTÊNCIA DO CASCO E CÁLCULO DA POTÊNCIA PARA EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS

A resistência ao avanço de embarcações de pesca é um item difícil de se estimar, devido á complexidade do problema. O cálculo da resistência, nesta dissertação, é baseado num trabalho realizado por J.G. HAYES e L.O. ENGVALL [34]. Neste artigo, os autores dão as diretrizes para possibilitar construir um programa, em linguagem de computador, com os métodos de regressão de dados, para estimar a ordem de grandeza de resistência destas embarcações, numa ampla faixa de número de FROUDE.

O que se pretende, neste capítulo, é proporcionar ao projetista uma pequena ferramenta de trabalho para que se possa fazer estimativa preliminar de resistência ao avanço de embarcações pesqueiras.

7.1 Aspectos Gerais

Os primeiros resultados do trabalho publicado pela "*National Physical Laboratory*" (NPL/FAO) relacionados aos dados de resistência de avanço para embarcações pesqueiras são descritos no "*Terceiro Congresso de Navios de Pesca*" da FAO em Gothenburg-SWEDEN, 1965.

Esta resistência de casco são estimados a partir de um conjunto de parâmetros de forma e dimensões de casco, dentro de certa faixa de validade para cada uma destas variáveis.

Este trabalho [34] utiliza apenas uma parte da informação disponível da FAO, já que o restante das informações não se encontram na faixa de validade, mas podem ser tratadas através de novas equações, as quais ao ser obtidas, são aplicáveis a variação mais ampla dos parâmetros aumentando, desta maneira, sua utilidade prática.

Todos estes resultados são agora publicados com detalhes numéricos em equações e campos de validade, aumentando a confiabilidade destes resultados.

7.2 Conceitos Preliminares

Há aproximadamente um século, WILLIAM FROUDE, supôs que a resistência de um navio era composta de duas partes separadas e independentes:

- a. *Resistência de Atrito* - Que é igual à resistência de uma placa plana, equivalente ao mesmo comprimento e superfície molhada que o navio;
- b. *Resistência Residual* - É nada mais do que a diferença entre a resistência total e a de atrito que pode ser decomposta em resistência de ondas, resistência de forma, resistência de vento, etc.

7.3 Resistência Total

Todos os componentes da resistência total influenciam de um modo extremamente complexo. É costume, com objetivo de tratar a questão mais legível, considerar a resistência total como formada de quatro componentes principais, como segue.

7.3.1 Resistência de Atrito

Esta componente é provocada com o movimento do casco, no fluido viscoso. Num fluido real, por pequena que seja sua viscosidade, as partículas em contacto com a superfície de um corpo em movimento se aderem a ele, movendo-se com a mesma velocidade. Isso não ocorre com as partículas que se encontram distântes do corpo. Ainda que aquelas movem-se na mesma direção do movimento, cria-se uma gradiente de velocidade que varia de acordo com a distância da superfície do cuerpo até à correspondente ao fluxo potencial (quase zero), no limite exterior da influência do corpo em movimento sobre o fluido.

O conjunto das partículas afetadas pelo fenômeno antes descrito é uma camada de fluido em movimento que é chamado de Camada Limite. A espessura desta camada aumenta de proa a popa, e as quantidades de movimento providas pelo corpo à água nesta camada é uma medida da resistência de atrito que, pode associar-se a uma perda de energia proveniente do corpo e utilizada em acelerar continuamente as partículas que entram na esteira como se mostra na Figura 7.1:

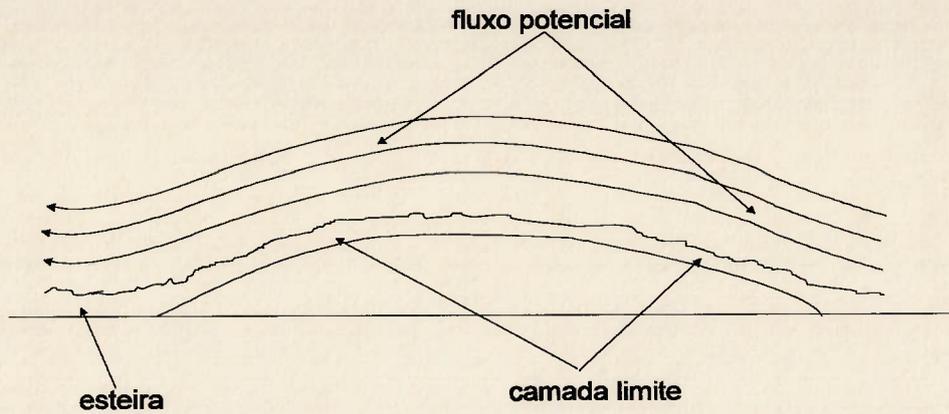


Figura 7.1 - Camada Limite

Além do mais, o fluxo deixa o corpo em algum ponto de separação, criando-se vórtices que representam maior perda de energia, como se mostra na Figura 7.2:

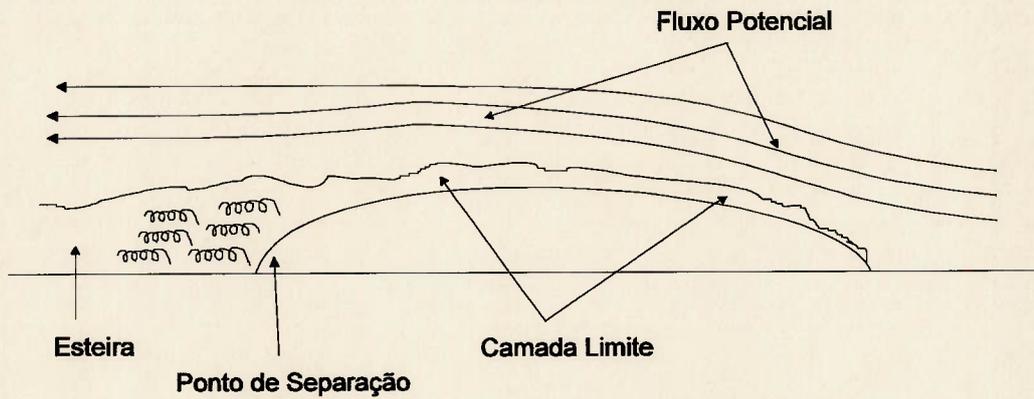


Figura 7.2 - Ponto de Separação do Fluxo

7.3.2 Resistência por Formação de Ondas

Esta componente é originada pelo navio em movimento sobre a superfície do mar. O deslizamento do casco através da água, cria uma perturbação de pressões ao longo de todo o comprimento do navio, com zonas de altas pressões nos extremos da proa e da popa, e de baixas pressões na parte central do navio.

O campo de pressões que afeta o contorno do navio, origina sistemas de ondas perfeitamente definidas (sistema divergente e sistema transversal), como se mostra na Figura 7.3.

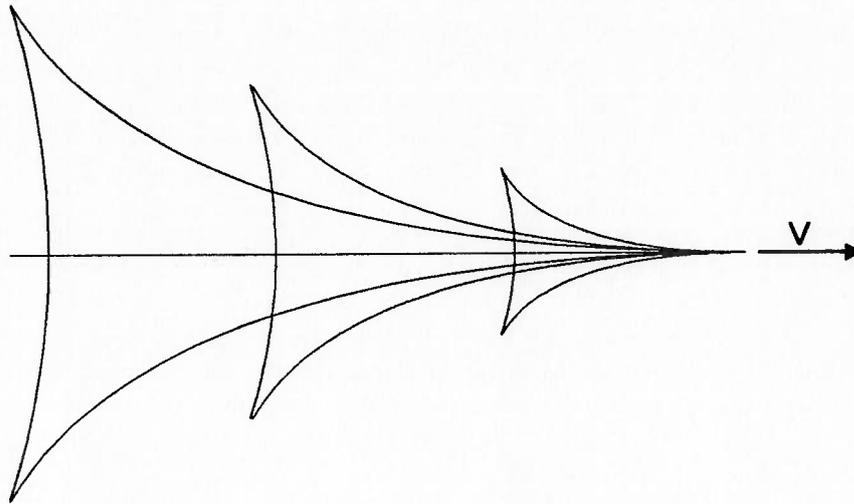


Figura 7.3 -Sistemas de Ondas

Assim, pode definir-se a resistência por formação de ondas como a energia dissipada pelo navio através de geração de ondas criado na superfície da água, sendo portanto, a energia gasta em acelerar as partículas de água verticalmente contra a força da gravidade.

7.3.3 Resistência de Forma

Esta resistência é originada por duas causas distintas:

- a. Não sendo o navio uma placa plana, existe despendio de energia adicional empregada em acelerar as partículas de água lateralmente. Esta componente está ligada à resistência de atrito e pode ser pequena, exceto em

navios de grande porte e baixa relação de V/\sqrt{L} ;

b. Devido à formação de vórtices. Já que o casco possui curvatura, a água em alguns casos, não pode seguir suas formas, separando-se e dando origem a vórtices. Estes podem formar-se também internamente, devido aos apêndices (timão, linhas de eixos, quilhas de balanço, etc.). Neste caso, a energia gasta é empregada em colocar as partículas do fluido em rotação, ao redor de um eixo qualquer.

7.3.4 Resistência do Vento

É a energia gasta em vencer a ação do vento sobre a obra morta e a superestrutura do navio. Em geral esta componente da resistência é pequena.

Normalmente, em navios pequenos agrupa-se a resistência por formação de ondas e a de forma, dando-lhe o nome genérico de RESISTÊNCIA RESIDUAL. Assim, definitivamente, para navios pequenos:

$$\text{RES.TOTAL} = \text{RES.ATRITO} + \text{RES.RESIDUAL} \quad (7.1)$$

7.4 Métodos de Cálculo de Resistência de Navios Pesqueiros

Entre os trabalhos até agora publicados sobre o efeito dos diversos parâmetros e proporções das formas, na resistência ao avanço dos navios pesqueiros, pode-se citar três deles que incluem informações interessantes sobre os valores práticos utilizados na estimativa de resistência ao avanço dos navios pesqueiros.

7.4.1 Primeiro Método de Cálculo de Resistência

Este primeiro método foi elaborado pelo D.J.DOUST [35], onde mostram os efeitos dos seguintes parâmetros e relações de formas na resistência do casco.

- Relação comprimento do convés / boca L/B
- Relação boca / calado B/H
- Coeficiente de seção mestra C_m
- Coeficiente prismático C_p
- Posição longitudinal do centro da carena $l.c.b$
- Semi-ângulo de entrada na flutuação $1/2\alpha_e$
- Semi-ângulo de saída $1/2\alpha_r$
- Diferença de calado $trim$

O trabalho apresenta um método de cálculo da resistência, baseado nos resultados de 120 modelos de navios de pesca de arrasto, descritos no NPL “*National Physical Laboratory*”. Os resultados dos ensaios foram adimensionalizados por um comprimento entre perpendiculares padrão de 200 pés.

Os resultados são apresentados empregando o coeficiente de resistência de TELFER:

$$C_R = \frac{R_T \times L}{\Delta \times V^2} \quad (7.2)$$

onde:

R_T = Resistência em Libras

L = Comprimento entre perpendiculares em pés

Δ = Deslocamento em toneladas

V = Velocidade do navio em nós

Este coeficiente permite avaliar a resistência de embarcações pesqueiras de diferentes deslocamentos, utilizando-se como base, a resistência por tonelada de deslocamento para a mesma relação velocidade-comprimento (V/\sqrt{L}).

No ponto de vista de fazer uma análise estatística de resultados de resistência, para um determinado tipo de navio, a apresentação ($C_R, V/\sqrt{L}$) tem a vantagem dos resultados poderem situar-se nos valores constantes de número de FROUDE constantes.

O coeficiente C_R foi escolhido de tal maneira que seja uma função dos seguintes parâmetros:

- Relação comprimento / boca L/B
- Relação boca / calado B/H
- Coeficiente de seção mestra C_m
- Coeficiente prismático C_p
- Posição longitudinal do centro da carena $l.c.b$
- Semi-ângulo da entrada na flutuação $1/2\alpha^\circ$

Os valores destes parâmetros devem ser determinados da melhor maneira possível, numa primeira etapa da estima das dimensões do navio.

Os valores C_R podem ser obtidos para cada relação velocidade-comprimento, por interpolação dos valores em cada diagrama que se encontra no referido trabalho de D.J.DOUST, "Statistical Analysis of Resistance data for Trawlers" [35].

Como resumo deste trabalho pode-se destacar as seguintes conclusões:

- a. Para “trawlers” de aproximadamente 100 pés de comprimento, considera-se ótimo um coeficiente de seção mestra na faixa de 0.8 e 0.82, e um coeficiente prismático na faixa de 0.59 e 0.61;
- b. Os cálculos da resistência friccional e dos apêndices são difíceis de serem calculados teoricamente, visto que, normalmente nos costados das embarcações, costuma-se colocar proteções para evitar deteriorações dos aparelhos de pesca.

7.4.2 Segundo Método do Cálculo da Resistência

Este procedimento de cálculo da resistência segue o trabalho publicado por C.RIDGELEY [36]. Neste trabalho, apresentam-se os resultados dos testes num tanque de provas das embarcações pesqueiras do tipo “trawler”.

Os testes cobrem uma faixa de coeficientes prismáticos que vão desde 0.55 até 0.7, uma relação deslocamento-comprimento ($\Delta/(0.01L)^3$) numa faixa de valores de 200 até 500 e uma gama de relações V/\sqrt{L} que vão desde 0.7 a 1.5.

7.4.3 Terceiro Método para o cálculo da Resistência

Este terceiro método de cálculo é baseado no trabalho de TAKAGI, INUI e NAKAMURA [37] do Departamento Naval da Universidade de Tokyo.

Assim como nos dois métodos descritos anteriormente estuda-se, em

particular, a resistência de embarcações pesqueiras tipo “*trawler*”. Neste trabalho, tem-se tomado como padrão as formas de uma embarcação pesqueira atuneira, cuja relação deslocamento-comprimento é muito maior do que qualquer navio convencional tradicional.

Por outro lado, este método é orientado para determinação da resistência de navios com menos de 30 mts de comprimento de linha de água.

7.5 Equação de Regressão

O acúmulo de dados baseados em regressões sistemáticas de projeto de embarcações pesqueiras, a determinação de sua resistência hidrodinâmica, suas qualidades propulsivas, suas características principais de forma de casco e coeficientes principais, são sempre considerados para a construção de seus modelos reduzidos para ensaio em tanque de provas.

A FAO recompilou durante muito tempo, os resultados dos ensaios de modelos de embarcações pesqueiras realizados em muitos países, e também tem registrado o número de provas efetuadas para cada uma destas embarcações [38].

A primeira recompilação de informações efetuada por DOUST (1963) e HAYES (1964) [39] é baseada numa análise de regressão estatística das embarcações de pequeno porte e um conjunto de dados de arrasteiros recompilados pela NPL.

O NPL foi solicitada pela FAO para investigar a facilidade de executar uma

análise similar com os próprios dados recompilados pela FAO. Os primeiros resultados do estudo em conjunto do NPL e a FAO foram apresentados no "Terceiro Congresso de Embarcações Pesqueiras" em Goteberg, 1965.

Estes resultados mostraram a resistência do casco em função de um coeficiente chamado CRL, baseado num modelo de 16 pés. Este cálculo é expresso por uma equação de regressão que contém 86 termos, os quais são consequência de 12 parâmetros.

Nove dos parâmetros são das dimensões dos cascos e um deles está relacionado com a presença ou não da bolina.

Existe uma relação, na equação de regressão, para cada um dos valores da razão velocidade-comprimento. Estas equações são aplicáveis sobre certas classes de parâmetros, dependendo dos dados que são utilizados.

A representação adequada da resistência (CR_{16}) por meio de equações, teve um resultado satisfatório com uma porcentagem de erro somente de 4%, em relação à média de valores de CR_{16} .

Para provar a validade da análise, DOUST decidiu projetar e ensaiar quatro tipos de casco de diferentes tamanhos. Estes projetos foram realizados considerando-se a melhor forma hidrodinâmica de cada um deles [40].

A informação destes 276 provas foi usada na análise de regressão. Todos estes ensaios de modelos foram realizados no tanque de testes na Europa, principalmente no Tanque Experimental de Construção Naval da Suecia.

Adicionou-se 337 testes de laboratório dos navios pesqueiros realizados em Tokyo. Foram feitos intercâmbios de informações, para se obter uma única análise de regressão. Todos estes dados auxiliaram na obtenção de parâmetros na faixa mais amplos, para se ter uma melhor faixa de validade para as variáveis.

Apos o ajuste da equação com os dados europeus e japoneses obtidos nas diferentes tentativas de análise estatística de cada grupo de termos, chegou-se a uma nova forma de equação de regressão para estas embarcações pesqueiras, a qual contém 72 termos e seus correspondentes coeficientes numéricos, como se mostra no Anexo 5.

7.6 Campo de validade

Um dos principais fatores para o desenvolvimento sistemático do projeto de embarcações pesqueiras, abaixo dos 100 metros de comprimento, é a determinação da sua resistência e eficiências propulsivas. Normalmente o custo de testes dos modelos são altos em relação ao custo de capital destas pequenas embarcações.

Outras considerações para esta classe de embarcações são as grandes variedades de suas dimensões principais e características de forma, ficando, assim, o estudo demasiadamente custoso e extenso.

Deve-se considerar que, em muitos países, as dimensões e os parâmetros da forma do casco estão restritos pelas condições climáticas e geográficas, de modo que uma análise adequada e uma avaliação técnica/econômica completa não deve ser

deixada de lado.

A análise de regressão estatística conduzida por DOUST, proporciona-nos os meios para podermos determinar a resistência de um navio pesqueiro. Mediante esta equação [34] a resistência ao avanço é possível de estimar em função da relação constante da velocidade-comprimento, onde os resultados estão relacionados, basicamente, a modelos previamente ensaiados.

Deve-se ter em mente que estes resultados são aplicáveis a certos limites de onde há resultados dos ensaios suficientemente confiáveis. Assim, necessita-se de novas equações de regressão para poder prever resistência ao avanço que estiver fora desta margem de valores que produziriam resultados mais corretos se tomados fora dos limites ajustados para os parâmetros da forma de casco com a atual regressão.

O programa RESISTÊNCIA está baseado nos parâmetros geométricos dos cascos de 300 embarcações compilados pela FAO. Através de uma equação geradas pela regressão, calcula-se a resistência ao avanço. A faixa de validade das variáveis que formam parte desta equação é mostrado na Tabela 7.1. Com este programa procura-se otimizar os parâmetros principais para uma série de cascos.

3.10	≤	L/B	≤	5.6
2.00	≤	B/H	≤	4.5
0.53	≤	Cm	≤	0.93
0.55	≤	Cp	≤	0.70
-6	≤	Lcb	≤	+2
15	≤	$1/2\alpha^{\circ e}$	≤	37
30	≤	$1/2\alpha^{\circ r}$	≤	80
12	≤	α_{BS}	≤	32
-0.04	≤	Trim	≤	0.08

Tabela 7.1 - Campo de Validade

Além destes parâmetros, deve-se levar em consideração outras restrições dadas por sociedades classificadoras, como a análise da resistência estrutural.

7.7 Automatização do Cálculo da Resistência ao Avanço

Apos a embarcação pesqueira em projeto passar pelos programas anteriores, o usuário pode-se ter uma idéia das dimensões da embarcação que está projetando. Com esta definição das dimensões principais e coeficientes de forma pode-se determinar a resistência ao avanço da embarcação pesqueira.

A escolha do trabalho de DOUST para estimar-se a resistência à propulsão está baseada na possibilidade de otimizar o casco e com isso derivar os principais parâmetros geométricos. Aliás, o próprio DOUST sugere esse caminho quando dispõe de um programa de computador.

O cálculo da resistência será efetuado pela série de DOUST que, como já anteriormente citado, trata-se de um levantamento estatístico para a resistência ao avanço da embarcação de comprimento de 16 pés e que é corrigida para o deslocamento da embarcação em projeto. A principal qualidade desta série é a flexibilidade que ela oferece para variar todos os parâmetros que definem geométricamente uma embarcação pesqueira.

Os valores são dados pela série, para cada relação de velocidade-comprimento com valores dentro da faixa de 0.9, 0.95, 1.0, 1.05, 1.10, 1.15 e 1.2. Estes valores estão em uma matriz de dados que o programa RESISTÊNCIA acessa

cada vez que é executado. Os valores de X_i referem-se aos valores geométricos que pretende-se analisar. No presente caso:

- X_1 *É uma função da relação L/B*
- X_2 *É uma função da relação B/H*
- X_3 *É uma função do coeficiente da secção mestra*
- X_4 *É uma função do coeficiente prismático*
- X_5 *É uma função da posição longitudinal do centro de flutuação*
- X_6 *É uma função do meio ângulo de entrada.*
- X_7 *É uma função do meio ângulo de saída.*
- X_8 *É uma função do maior ângulo Buttock*
- X_9 *É uma função do trim com que a embarcação navega.*

Os resultados finais obtidos pelo programa RESISTÊNCIA, mostrados na tela do computador são:

- V/\sqrt{L} Relação Velocidade-comprimento
- CR16 Coeficiente de Resistência do modelo de 16 pés
- CRL Coeficiente de Resistência da embarcação em projeto
- EHP Potência requerida
- R_t Resistência ao avanço em Kg.

Além disso, gera-se um arquivo de saída chamado RESIST.DAT, o qual contém a relação velocidade-comprimento (V/\sqrt{L}), velocidade de serviço (V_s) e a potência requerida(EHP), que servirã como dados de entrada para o programa propulsão.

7.8 Formas do Casco de Navios Usando a Série Sistemática de Doust

7.8.1 Definição das variáveis

As variáveis que intervêm na equação de regressão utilizada no programa RESISTÊNCIA são definidas na Tabela 7.2.

Variáveis	Descrição
Lwl/B	Relação Comprimento-Boca
B/H	Relação Boca-Calado
Cm	Coefficiente Seção Mestra
Cp	Coefficiente Prismático
lcb	Posição Longitudinal do Centro de Flutuação
$1/2\alpha_e$	Meio ângulo de entrada na linha de água
$1/2\alpha_r$	Meio ângulo de saída na Popa na linha de água
α_{BS}	Maior ângulo buttock
trim	Diferença de calado entre popa e a proa

Tabela 7.2 - Definição de Variáveis

7.8.2 Avaliação dos Dados de Entrada

Quando estuda-se um navio pesqueiro, as características que mais ressaltam são os elevados valores da boca e calado em comparação com o comprimento. Por outro lado, a velocidade em serviço é relativamente alta em comparação ao comprimento do navio pelo que o número de FROUDE, ou o que é o

mesmo, a relação velocidade-comprimento (V/\sqrt{L} , onde V em nós e L em pés) da maioria das embarcações pesqueiras, é maior que as dos navios mercantes ordinários. Geralmente, os valores V/\sqrt{L} encontram-se, para estes tipos de cascos, entre 0.9 e 1.2 quando se trata de navios pesqueiros de mais de 30 metros de comprimento.

De acordo com o anterior, deduz-se que a componente da resistência total mais importante, é devida à formação de ondas que freqüentemente sobrepõe-se à componente de fricção. Por conseguinte, a forma dos cascos tem uma maior influência na qualidade destes tipos de navios, que nos navios mercantes ordinários.

Para altas relações de V/\sqrt{L} , a resistência por formação de ondas é particularmente sensível à relação deslocamento-comprimento $(\Delta/(L/100)^3)$, particularmente nos pequenos arrastreros com grandes calados e comprimentos pequenos que conduzem, inevitavelmente, a elevados valores da última relação citada.

Com as formas de navios mercantes ordinários têm-se realizado numerosas experiências sistemáticas, e parece que têm sido estudados em profundidade todos os fatores principais que têm influência na resistência. Por outro lado, não existem muitos testes feitos com modelos para o caso de navios pesqueiros, e por conseguinte, na atualidade não existem muitos resultados para poderem ser aplicados ao cálculo da resistência ou potência dos mesmos com qualquer forma dada.

Antes de fazer uma análise estatística detalhada da informação, foi necessário decidir sobre os parâmetros destas formas, que deveriam ser utilizados

para definir o desempenho da resistência.

Dos dados recompilados pela NPL sobre navios pesqueiros, mostrou-se que L/B , B/H , C_m , C_p , L_{cb} , $1/2(\alpha_e)$, $1/2(\alpha_r)$, (α_{BS}) e trim são parâmetros principais para estas embarcações.

O critério para a expressão de resistência (C_r) é em função de nove parâmetros de dimensões e formas, no qual a função é estimada independentemente para cada razão de velocidade-comprimento.

Para fazer comparações válidas de desempenho e cálculos de resistências, toda a informação esteve padronizado no comprimento de um modelo de 16 pés (4.877m).

7.8.3 Dimensões Principais Dos Navios

Navio	Lao	Δ	L/B	B/H	C_m	C_p	$L_{cb}\%$	$1/2\alpha^{\circ e}$	$1/2\alpha^{\circ r}$	$\alpha^{\circ BS}$	Trim(mts)
1	28.86	750	3.24	2.49	0.70	0.61	-2.7	14.5	48	25	0.05
2	48	1200	4.25	2.38	0.73	0.63	-2.7	15.5	29.5	20	0.05

Tabela 7.3 - Dimensões Principais

As dimensões dos navios padrões usadas para o cálculo da resistência ao avanço, são mostradas na Tabela 7.3.

7.9 Cálculo da Potência

A resistência de um navio a uma velocidade determinada, é a força

necessária para rebocá-lo a essa velocidade em águas tranquilas, supondo que não há interferências do artefato rebocador. Se o casco do navio não tem apêndices, a resistência, como é lógico, chama-se sem apêndices. A potência necessária para vencer esta resistência chama-se potência de reboque ou potência efetiva.

A expressão que define a potência efetiva é dada pelos “*Computer-aided studies of fishing boat hull resistance*”:

$$EHP = \frac{CR_L \times \Delta \times V^3}{325.7 \times Lwl} \quad (HP) \quad (7.3)$$

onde:

CR_L = Coeficiente de resistência do navio

Δ = Deslocamento do navio

V = Velocidade do navio

Lwl = Comprimento do navio

O cálculo da potência efetiva pode-se realizar determinando 9 parâmetros, a partir do plano de linhas do navio em projeto ou dos dados de navios semelhantes. O programa RESISTÊNCIA foi preparado para dar, de maneira rápida, resultados de resistência ao avanço e potência efetiva para um determinado conjunto de parâmetros.

A equação de análise de regressão dá como resultado o coeficiente de resistência total, para uma embarcação de 16 pés $Cr_{(16)}$, a “*International Towing Tank Conference*” ITTC , dá a seguinte expressão para obter um Coeficiente de Resistência (CR_L) da embarcação pesqueira que se está projetando:

$$C_{R(u)} = C_{R(16)} - 0.212847 \left[\frac{S \times L_{wl}}{\Delta} \right] \left[\left[\text{Log} \left[88 \frac{V}{\sqrt{L_{wl}}} 10^3 \right] \right]^2 - \left[\text{Log} \left[1.2834 \frac{V}{\sqrt{L_{wl}}} L_{wl}^{3/2} 10^3 \right] \right]^2 \right] \quad (7.4)$$

onde:

- S = Superfície molhada (ft²)
 L_{wl} = Comprimento da Linha de água (ft)
 = Deslocamento do modelo em Tn. (35 pie³/Tn)
 V = Velocidade da embarcação em nós

Para calcular a superfície molhada da embarcação nos baseamos na fórmula dada por C.PREYSLER [41]:

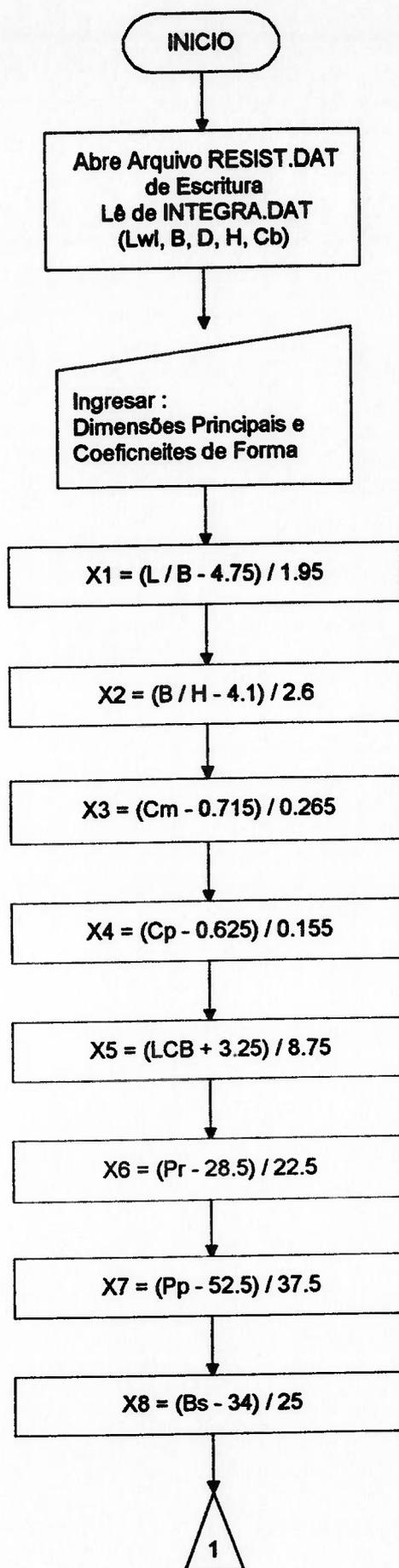
$$S = L_{wl} [1.5H + (0.09 + C_B)B] \quad (7.5)$$

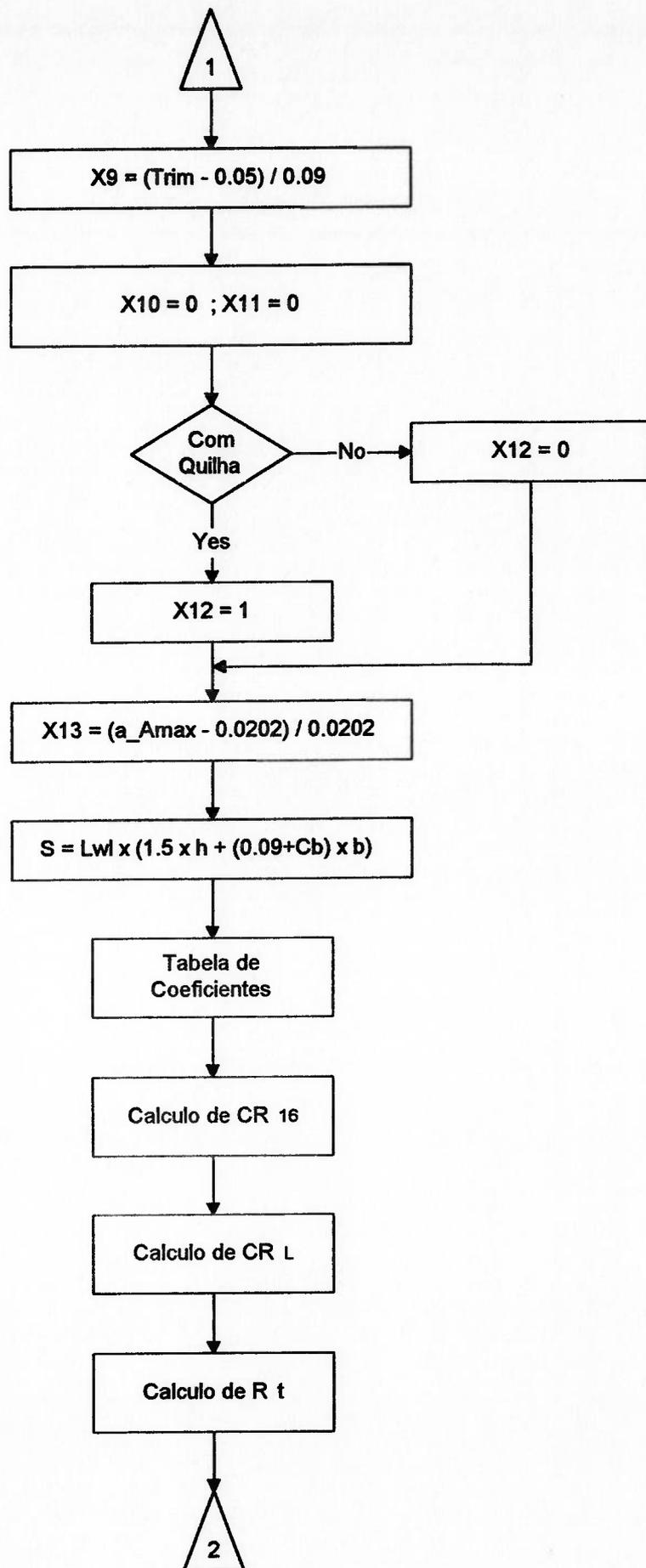
onde:

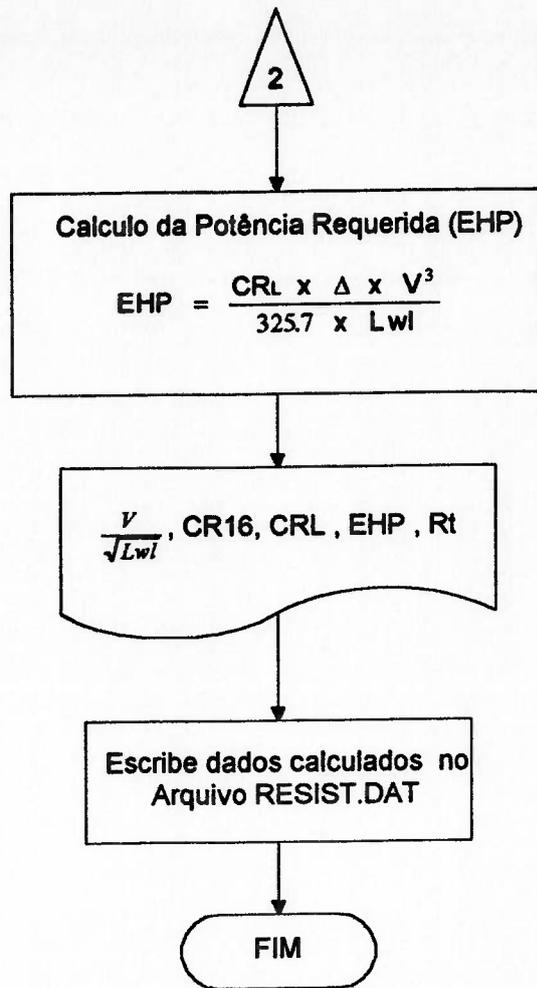
- S = Superfície molhada em (pés²)
 L_{wl} = Comprimento da linha de água (pés)
 H = Calado (pé)
 C_b = Coeficiente de Bloque
 B = Boca (pé)

7.10 Fluxograma do Programa RESISTÊNCIA

O fluxograma do programa RESISTÊNCIA é apresentado na Figura 7.4







CAPITULO 8

8. PROPULSÃO

No capítulo anterior foram calculados os diferentes valores de resistência para cada relação de FROUDE (V/\sqrt{Lwl}) dadas no trabalho de DOUST, com os quais podemos estimar a resistência da embarcação.

A resistência é um dado do que precisa o programa propulsão para calcular todos os coeficientes do propulsor.

A potência efetiva define-se como a potência necessária para vencer a resistência total do casco à uma velocidade determinada, não obstante, esta potência efetiva ou útil é bastante inferior a que necessariamente deve instalar-se no navio para alcançar a velocidade de serviço. Como todo equipamento mecânico, o sistema de propulsão de um navio (motor - linha de eixos - hélice) tem um rendimento menos de 100%, portanto, deve dispor-se de uma margem de potência considerável no motor principal acima da requerida, para vencer a resistência do casco.

O programa PROPULSÃO consiste, na realidade, num conjunto de programas que calculam todos os coeficientes relacionados com o sistema propulsivo do navio. O programa calcula inicialmente, os coeficientes de esteira(w), força redutora de empuxo(t) e diâmetro do propulsor(D). Além dos coeficientes propulsivos, calcula-se os coeficientes de empuxo(Kt), de torque(KQ), de avanço(J),

a eficiência do propulsor(η), a rotação do propulsor, a potência do motor e é verificada a cavitação, também é mostrada ao usuário na tela do computador a integração do sistema casco-hélice-motor na condição de corrida livre como na condição de arrasto.

Os resultados destas duas condições são jogados nos arquivos de saída chamados HÉLICE.C_L e HÉLICE.ARR.

8.1 Cálculos de Coeficientes de Esteira(w), Redução da Força Propulsora(t), Diâmetro do Propulsor(D)

O cálculo de coeficiente de esteira, o diâmetro da hélice e o coeficiente de redução da força propulsora foram feitos a partir de uma curva tirada em função da relação Boca-Comprimento(B/L), tiradas dos gráficos que são expostos por J. FYSON [1], "*Design of Small Fishing Vessels*", e reproduzidos no Anexo 6. Estas curvas foram transformadas em equações polinômiais para que possam ser trabalhadas dentro do programa.

8.1.1 Cálculos do Coeficiente de Esteira (w)

Se um navio navega por um líquido perfeito, sem viscosidade, não arrasta consigo nenhuma partícula deste fluido. Não obstante, nos líquidos reais com viscosidade, produz-se um atrito entre o navio e o líquido em contato, dando origem a uma gradiente de velocidade de arrasto entre: as camadas do líquido em contato com

o casco que tem a mesma velocidade que o navio e as situadas a uma distância perpendicular ao casco, as camadas situadas a distância do casco não serão afetadas por este fenômeno da viscosidade de arrasto, por tanto continuarão em repouso.

Esta gradiente de velocidade afeta toda a zona da popa alterando a velocidade da água que entra no disco propulsor, este fenômeno é chamado de ESTEIRA; tem uma velocidade própria e constante na mesma direção e sentido do movimento do navio. Esta velocidade no sentido do movimento do navio tende a diminuir em relação à velocidade da água que entra no disco do propulsor.

Taylor expressou a velocidade da Esteira como uma fração da velocidade do navio, chamando a esta relação “*Coefficiente de Esteira*”.

Para poder calcular o Coeficiente de Esteira foi feita uma equação polinômica onde a variável independente segundo o gráfico de J. FYSON [1], está baseado na relação Boca-Comprimento, como é mostrada na seguinte expressão:

$$w = -2.252\left(\frac{B}{Lwl}\right)^2 + 1.56\left(\frac{B}{Lwl}\right) - 0.036 \quad (8.1)$$

Não podemos esquecer que neste gráfico existe uma correção por Coeficiente de Bloco (C_b), porque o gráfico foi feito tomando-se como base um $C_b = 0.45$. Se a embarcação em projeto possui um coeficiente de bloco diferente deste valor base corrigem-se os valores encontrados na curva.

A correção por coeficiente de bloco, neste caso, será:

a. $C_{b_{projeto}}$ é menor do que 0.45:

$$\text{Correção} = (0.45 - C_{b_{\text{projeto}}}) \div 3 \quad (8.2)$$

$$w_{\text{final}} = w - \text{correção} \quad (8.3)$$

b. $C_{b_{\text{projeto}}}$ é maior do que 0.45:

$$\text{Correção} = (C_{b_{\text{projeto}}} - 0.45) \div 3 \quad (8.4)$$

$$w_{\text{final}} = w + \text{correção} \quad (8.5)$$

Uma vez calculado o valor do Coeficiente de Esteira, o programa calcula a velocidade de avanço da embarcação em projeto, em todas as velocidades que sejam necessárias, segundo a formulação que está embaixo:

$$V_a = V_s \times (1 - w) \quad (8.6)$$

onde:

V_a = Velocidade de avanço da embarcação

V_s = Velocidade de Serviço

w = Coeficiente de Esteira

8.1.2 Redução da Força Propulsora (t)

Quando um casco do navio é dotado de hélice, ao passar a água através do disco do propulsor experimenta um empuxo ou aumento da velocidade. Este aumento local da velocidade na zona de popa, origina um aumento tanto da resistência friccional como da resistência por formação de ondas. Ao estar ambas relacionadas com a velocidade, o efeito combinado das duas resistências, faz com que

a resistência total do casco aumente por essa causa. Não obstante, em vez de considerar que a resistência de casco aumenta devido ao efeito do propulsor trabalhando na popa do navio, o enfoque deste problema é supor que o empuxo que proporciona a hélice, deve ser maior do que o requerido para vencer a resistência total do casco, sendo o incremento do empuxo o único fator necessário para vencer o aumento de resistência equivalente.

Outra maneira é considerar que a hélice ao impulsionar a água, cria um efeito de sucção que tende a frear o navio.

Para poder-se calcular o valor do Coeficiente de Redução da Força Propulsora, também, foi tirado de uma equação polinômica baseado no “*Design of Small Fishing Vessels*” [1]. A variável independente é a da relação Boca-Comprimento, segundo a referência anterior. Tem que se levar em conta, que os valores do diagrama devem ser 2/3 das correções que se realizaram para a esteira. Na seqüência, é apresentada a equação para o coeficiente de redução da força propulsora de sucção:

$$t = -1.574 \left(\frac{B}{Lwl} \right)^2 + 1.112 \left(\frac{B}{Lwl} \right) - 0.015 \quad (8.7)$$

A correção feita para o cálculo do coeficiente de redução da força propulsora de sucção neste caso será :

a. $C_{b_{projeto}}$ é menor que 0.45:

$$\text{Correção} = (0.45 - C_{b_{projeto}}) \div 2/3 \quad (8.8)$$

$$t_{\text{final}} = t - \text{correção} \quad (8.9)$$

b. Cb_{projeto} é maior que 0.45:

$$\text{Correção} = (Cb_{\text{projeto}} - 0.45) \div 2/3 \quad (8.10)$$

$$t_{\text{final}} = t + \text{correção} \quad (8.11)$$

8.1.3 Diâmetro do Propulsor (D)

O valor do diâmetro do propulsor da embarcação, é colocado na rotina do programa através de uma equação polinômica tirada de J. FYSON [1], onde a variável independente é a relação Boca-Comprimento, e a variável dependente é dada pela relação Diâmetro/Boca (D/B). Uma vez obtido este valor, o programa faz um pequeno cálculo para encontrar o diâmetro da hélice do navio; a equação é descrita embaixo:

$$\frac{D}{B} = -8.0863 \left(\frac{B}{Lwl} \right)^4 - 39.7971 \left(\frac{B}{Lwl} \right)^3 + 40.7138 \left(\frac{B}{Lwl} \right)^2 - 12.7126 \left(\frac{B}{Lwl} \right) + 1.51862 \quad (8.12)$$

8.2 Cálculos dos Coeficientes Propulsivos

Para se ter uma visão melhor das potências e dos diferentes coeficientes que intervêm nesta parte do programa, é propício definirem-se alguns conceitos:

8.2.1 Potência Efetiva (EHP)

O EHP (Effective Horse Power) é aquela potência que o navio precisa para ser rebocado ou deslocado de um lugar para outro. Este dado é tirado do arquivo RESISTÊNCIA.DAT para cada valor da velocidade do navio.

$$EHP = R_T \times V \quad (8.13)$$

onde:

R_T = Resistência à propulsão que tem cada navio

V = Velocidade do navio

8.2.2 Potência de Motor (BHP)

O BHP (Brake Horse Power) é aquela potência que o motor entrega ao eixo. Esta potência é calculada dentro do programa em relação à potência efetiva e ao coeficiente propulsivo, como se mostra na seguinte expressão:

$$BHP = \frac{EHP}{C_p} \quad (8.14)$$

8.2.3 Eficiência do Casco (e_h)

É aquele coeficiente que expressa a relação entre o propulsor e o casco, ou seja, a relação que existe entre a potência efetiva (EHP) e a potência efetiva produzida pelo propulsor (THP). Este coeficiente é calculado internamente pela rotina do programa, com os valores de coeficiente de esteira e coeficiente de redução de força propulsora anteriormente tirados das equações polinômicas extraídas dos gráficos. Esta relação pode ser expressa da seguinte maneira:

$$e_h = \frac{EHP}{THP} = \frac{1-w}{1-t} \quad (8.15)$$

onde:

EHP = Potência Efetiva

THP = Potência do Propulsor

w = Coeficiente de Esteira

t = Coeficiente de Redução da Força Propulsora

8.2.4 Eficiência de Transmissão (e_t)

É aquele coeficiente que expressa a relação entre a potência absorvida pelo propulsor(PHP) e a potência do motor(BHP). Este coeficiente é pedido como um dado de entrada na tela do computador quando se roda o programa. Esta relação pode ser expressa:

$$e_t = \frac{PHP}{BHP} \quad (8.16)$$

8.2.5 Eficiência Relativa Rotativa (E_{rr})

É o valor da eficiência do propulsor quando trabalha na popa da embarcação, são as diferenças que pode apresentar o propulsor na eficiência ao trabalhar em águas abertas. O valor deste coeficiente é solicitado na tela do computador como um dado de entrada para poder rodar o programa.

$$e_{rr} = \frac{e_p}{e_{po}} \quad (8.17)$$

onde:

e_p = Eficiência do propulsor

e_{po} = Eficiência do propulsor em águas abertas

8.2.6 Eficiência do Propulsor (E_p)

Relação entre o empuxo desenvolvido pelo propulsor e a potência liberada por este. O coeficiente é calculado pelo programa depois de calcular internamente os valores dos coeficientes de empuxo(K_t), de torque(K_Q) e o coeficiente de avanço(J) como é mostrado na seguinte fórmula:

$$e_p = \frac{THP}{PHP} = \frac{K_t J}{2 K_Q \pi} \quad (8.18)$$

onde:

K_t = Coeficiente de Empuxo

K_Q = Coeficiente de Torque

J = Coeficiente de Avanço

8.2.7 Coeficiente Propulsivo (C_p)

É a relação entre a potência requerida para vencer a resistência total do casco e a potência do motor a uma velocidade determinada. A fórmula para poder calcular este coeficiente, é mostrada abaixo:

$$C_p = \frac{EHP}{THP} \times \frac{THP}{PHP} \times \frac{PHP}{BHP} \quad (8.19)$$

Tomando-se como base todas as definições dadas para cada um dos coeficientes anteriormente nomeados podemos dizer que:

$$C_p = e_h x e_t x e_r x e_p \tag{8.20}$$

8.3 Série Sistemática B-Troost para Cálculo de Hélices

Os métodos mais difundidos e que são utilizados universalmente para o projeto ou seleção de hélices está baseado nos resultados de ensaios com propulsores, cujas relações mais características têm sido variadas de forma sistemática. Estas relações características freqüentemente são:

- Relação de Passo-Diâmetro (P/D)
- Número de pás (Z)
- Relação da área desenvolvida com área do disco (Ae/Ao)

A série de modelos de hélices convencionais mais divulgadas atualmente é a série B do “Canal de Experiências Hidrodinâmicas Holandesas” em Wageningen NSMB. Foi desenvolvida sob a direção do professor Troost pelo que se conhece como série de hélices B-Troost.

O campo de utilização desta série com a qual o programa PROPULSÃO trabalha, está descrito na Tabela 8.1:

O modelo desenvolvido para o programa, permite calcular o tipo de propulsores pela série sistemática B-Troost. Para calcular o propulsor mediante esta

série, tiveram que ser transformadas em equações polinômicas as curvas do coeficiente de empuxo(K_T), coeficiente de torque(K_Q) e do rendimento da hélice em água aberta(η), versus o coeficiente de avanço(J).

NUMERO DE PÁS	RELAÇÃO Ae/Ao	RELAÇÃO P/D
2	0.30	0.5,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
3	0.35	0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
	0.50	0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
	0.65	0.5,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
4	0.40	0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
	0.55	0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
	0.70	0.5,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
5	0.45	0.5,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4
	0.60	0.5,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4

Tabela 8.1 - Serie B-Troost

Estas curvas são mostradas de maneira gráfica na Figura 8.1, para uma determinada razão passo diâmetro(P/D).

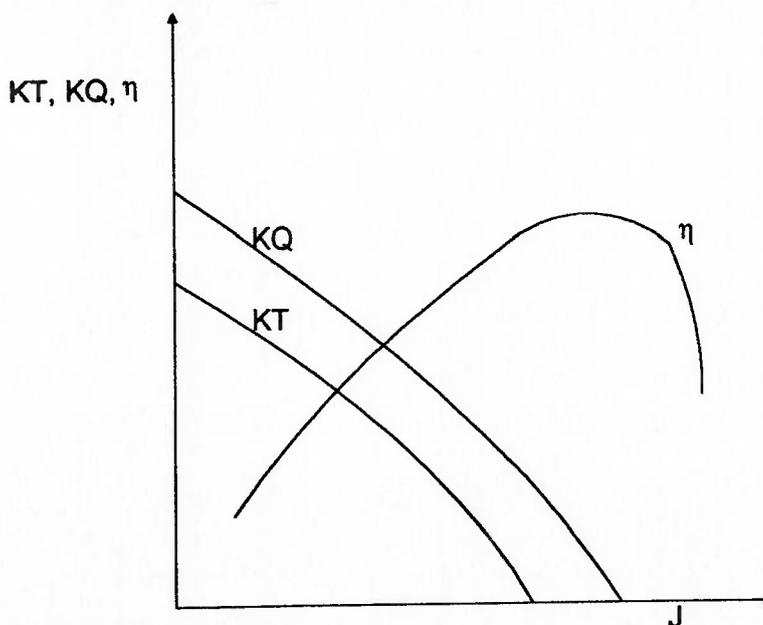


Figura 8.1 - Curvas Características dos Coeficientes K_T, K_Q e η versus Coeficiente de Avanço

As curvas da hélice tipo B-Troost se caracterizam por serem sempre definidas na forma de parâmetros adimensionais, como K_t , K_Q e J , as quais tem as seguintes expressões:

Coefficiente de Empuxo (K_t):

$$K_t = \frac{T}{\rho N^2 D^4} \quad (8.21)$$

onde:

T : Empuxo do propulsor

N : Rotação do propulsor

D : Diâmetro do propulsor

ρ : Densidade da água

Coefficiente de Torque (K_Q):

$$K_Q = \frac{Q}{\rho N^2 D^5}$$

onde:

Q : Torque do propulsor

Coefficiente de Avanço (J):

$$J = \frac{V_a}{ND} \quad (8.23)$$

onde:

V_a : Velocidade de Avanço do navio em relação a água

As curvas de coeficientes de Empuxo(K_T) e do coeficiente de Torque(K_Q), foram ajustadas por meio de equações polinômiais de segundo grau como se mostram no Anexo 6. A variável independente foi o coeficiente de avanço(J), e como variáveis dependentes considerou-se os coeficientes K_T e K_Q . Estas equações tiveram que ser ajustadas para:

Diferente número de pás (Z)

Diferentes relações de área expandida versus área de disco..... (Ae/Ao)

Para cada relação de passo-diâmetro..... (P/D)

O modelo destas equações usadas na rotina do programa são mostradas a continuação:

$$K_T = aJ^2 + bJ + c \quad (8.24)$$

$$K_Q = aJ^2 + bJ + c \quad (8.25)$$

onde:

a,b,c = Coeficientes das equações [42]

8.4 Determinação do Conjunto Casco-Hélice-Motor

Para poder determinar os diferentes pontos de operação do sistema casco-hélice-motor é necessário conhecer as características dos três elementos que estão

relacionados neste problema. Uma breve descrição de cada uma das curvas características desses elementos é apresentada na sequência.

8.4.1 Curvas Características do Casco

A curva característica do casco é a curva de resistência contra a velocidade, que está em função da profundidade do navio e das condições do casco e mar. Na Figura 8.2 é mostrada nesta curva para condições de projeto, ou seja, profundidade de projeto e condições médias do casco e mar, que o navio enfrentará na maior parte de sua vida útil.

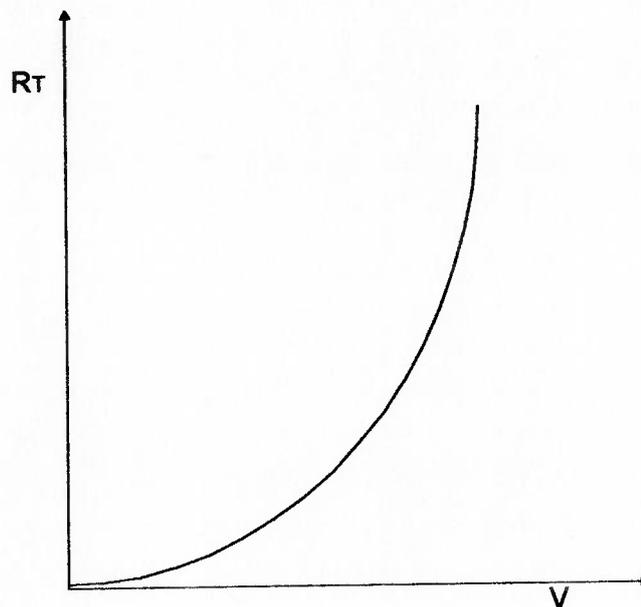


Figura 8.2 - Curva característica do casco

8.4.2 Curvas Características do Propulsor

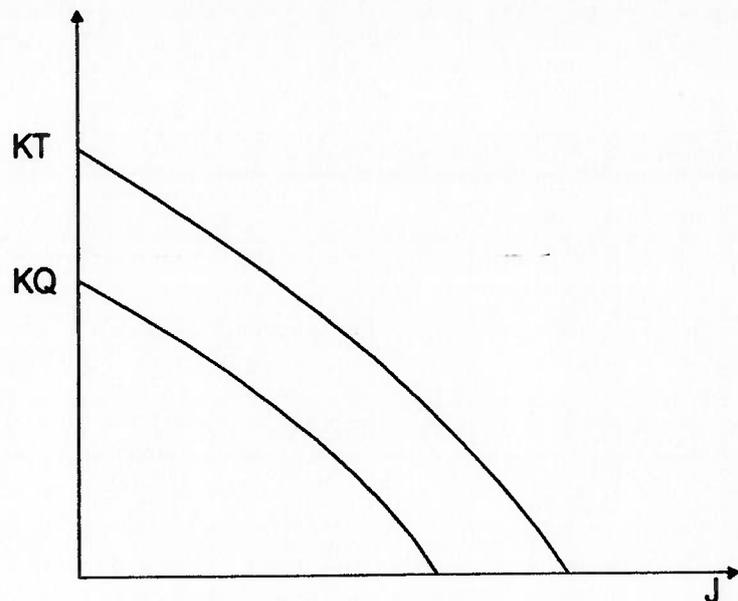


Figura 8.3 - Curvas características de K_T e K_Q

A Figura 8.3 mostra as curvas do coeficiente de empuxo e de coeficiente de torque em função do coeficiente de avanço, para um propulsor que seja do tipo de passo fixo e uma determinada razão de área expandida-área do disco.

8.4.3 Curvas Características do Motor

As máquinas de propulsão das embarcações marítimas trabalham habitualmente em dois níveis de potência, os quais são mostrados na Figura 8.4 e descrito nos seguintes parágrafos:

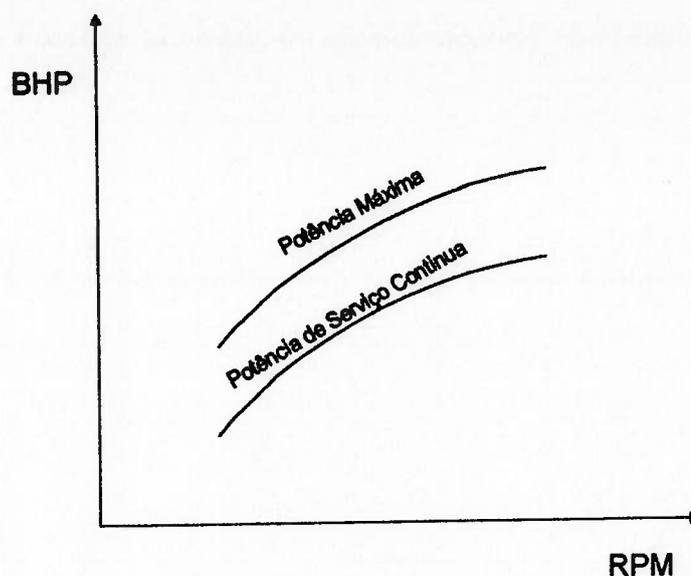


Figura 8.4 - Curvas características do motor

- a. *Potência máxima* Onde o motor tem uma potência de 100% das BHP nominais e máxima rotação, ou seja a 100% das rotações nominais do motor;
- b. *Potência de Serviço Contínuo* Onde o motor tem uma potência normal de trabalho abaixo de 100% das BHP nominais e a uma rotação contínua ou normal, abaixo de 100% das rotações nominais.

8.5 Integração do Sistema Casco-Hélice-Motor

A melhor hélice para um navio pesqueiro é selecionada em função dos requisitos da velocidade do navio e dos motores disponíveis no mercado.

A seleção do sistema é feita para uma única condição de operação, que consiste em calcular a potência necessária para que o navio se desenvolva à

velocidade de serviço (V_s) em condições médias de casco e mar. Quando se deseja saber o comportamento do sistema em outras situações, dependerá das modificações efetuadas entre os 3 elementos: casco, hélice e motor. Desta maneira, pode-se saber como uma modificação das características de um deles afeta os outros dois.

8.5.1 Cálculo da Curva do Casco

Determinada a curva de resistência do navio, estabelece-se a potência requerida pelo conjunto casco-hélice. Esta curva é deduzida dos resultados do capítulo anterior, onde se estabelece a potência efetiva para cada valor da velocidade requerida pelo navio na condição de corrida livre, ou na condição de arrasto com condições médias de casco e mar.

8.5.2 Cálculo do Propulsor

Dada uma potência instalada, as variáveis principais que devem ser fixadas para poder eleger uma hélice adequada para a propulsão são: diâmetro, passo, rotações do propulsor e relação de áreas.

Quando o propulsor é projetado para a condição de arrasto, deve-se ter em conta o diâmetro máximo que permita o codaste do navio com umas RPM e um passo apropriado. Não ocorre o mesmo quando se dá preferência à navegação livre, pois nem sempre o diâmetro máximo tem o rendimento ótimo (sobretudo se são fixadas as RPM). Por outro lado existe normalmente uma série de restrições que condicionam o diâmetro e as RPM do propulsor, tais como:

- Determinação das claras;

- Inclinação da linha de eixos;
- Redutores ótimos.

Para que o motor possa desenvolver toda sua potência de acordo com as RPM nominais, sem experimentar alguma sobrecarga, dependerá da correta definição da relação passo-diâmetro (P/D).

A hélice é estimada pela série sistemática B-Troost, da qual se extraíram os coeficientes da equação mostrados no Anexo 6, o propulsor é calculado tanto para a condição de corrida livre, como para a condição de arrasto. Para cada uma destas condições de trabalho o programa verifica a cavitação do propulsor.

O cálculo do propulsor compreende as seguintes etapas:

- a. Determinação dos coeficientes de esteira (w), de redução da força de empuxo(t) e diâmetro do propulsor(D), feitos através de equações polinômicas.
- b. O usuário determina o número de pás (Z) e a relação das áreas (A_e/A_o). Com isto, o programa estabelece o processo de cálculo para cada relação passo-diâmetro(P/D) obtendo os coeficientes de empuxo(K_t), de torque(K_Q), assim como também a eficiência e a rotação da hélice;
- c. Calcula-se o coeficiente de avanço para cada velocidade do navio, e com isto calcula-se a equação polinômica do valor do coeficiente de empuxo e coeficiente de torque de cada razão passo-diâmetro (P/D) correspondente, na

faixa de 0.5 a 1.4;

d. Com os valores de K_T e K_Q são calculados nesta fase do programa todos os parâmetros relativos ao casco e ao propulsor;

e. Através do método de BURRIL[42], é calculada a cavitação máxima na faixa de 2.5%, 10% e 20% no dorso.

Todos estes cálculos dos valores do propulsor, tanto na condição de corrida livre como na condição de arrasto são mostrados de forma gráfica na tela do computador, como uma ajuda à visualização da integração do sistema casco-hélice-motor como se mostra na Figura 8.5, e jogados em dois arquivos resultantes, HELICE.C_L com os dados correspondentes à condição de corrida livre e no HELICE.ARR com os dados da condição de arrasto.

Nesta figura são mostradas:

1. Curva de Potência fornecida pela máquina principal.
2. Curvas de Potência requerida pelo sistema casco-hélice:
 - Para um determinado deslocamento de projeto em condições médias de casco e mar;
 - Para diferentes razões de passo-diâmetro do hélice.
3. Curvas de velocidade constante da embarcação:
 - V1,V2,V3,...V14.

4. Curvas de Eficiência

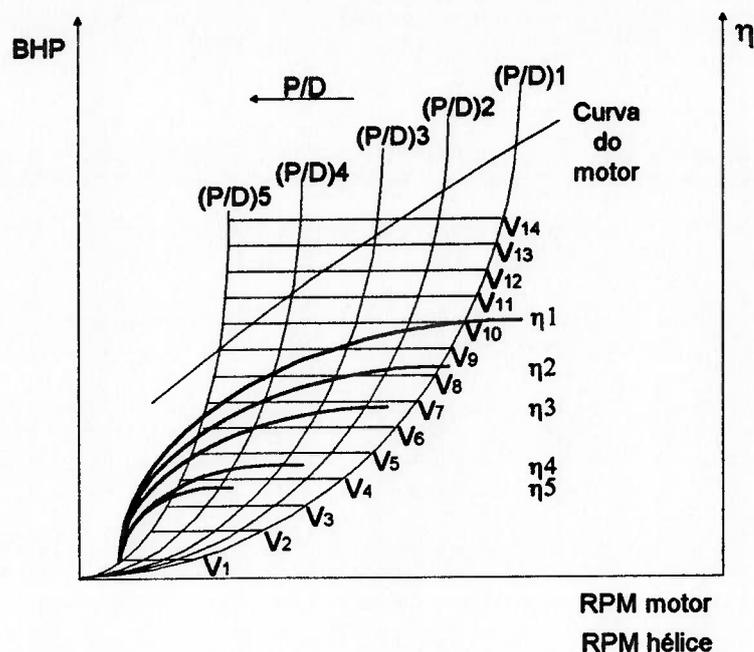


Figura 8.5 - Integração Casco-hélice-motor em Condição de Corrida Livre

Na Figura 8.5 observa-se uma correspondência direta entre uma velocidade do navio que se está projetando e uma certa rotação da hélice, o que quer dizer que só existe uma rotação da hélice que assegura ao navio desempenhar uma determinada velocidade(v).

Uma mesma velocidade pode ser calculada para diversos valores da relação passo-diâmetro, com isto nós podemos alterar o passo, de tal maneira que atinja uma determinada velocidade com o menor consumo de potência, ou seja, com um coeficiente propulsivo(Cp) máximo.

A velocidade de projeto do navio só é obtida se o motor fornecer a potência requerida pelo propulsor BHP(hélice).Esta potência é obtida pela expressão:

$$BHP(\text{helice}) = \frac{EHP}{C_p} \quad (8.26)$$

onde:

O coeficiente propulsivo(C_p) é obtido através do procedimento descrito anteriormente.

Uma vez feita a superposição da curva da potência requerida, versus a rotação do propulsor para o sistema casco-hélice-motor, e tomando a curva do motor escolhido pelo programa COEFICIENTES INICIAIS, o programa HÉLICE mostrará na tela um gráfico similar à Figura 8.5.

Referente à variação da relação passo-diâmetro pode-se ver que o passo aumenta, à medida que as curvas de potência requerida do sistema casco-hélice se aproximam do eixo de potência do motor. Para uma determinada velocidade da embarcação, a rotação do propulsor diminui à medida que aumenta-se o passo.

Na Figura 8.6 é mostrada a curva do motor de potência de operação contínua sem interrupção [43], a curva (1) representa a potência requerida pelo sistema casco-hélice para o deslocamento do navio de projeto e condições médias de casco e mar. O ponto (A), é o ponto de funcionamento do sistema que assegura que o navio se desloque à velocidade de serviço requerida com um menor consumo de potência do motor. Se não houver alteração das condições de operação, este ponto se manterá constante durante toda a jornada de trabalho.

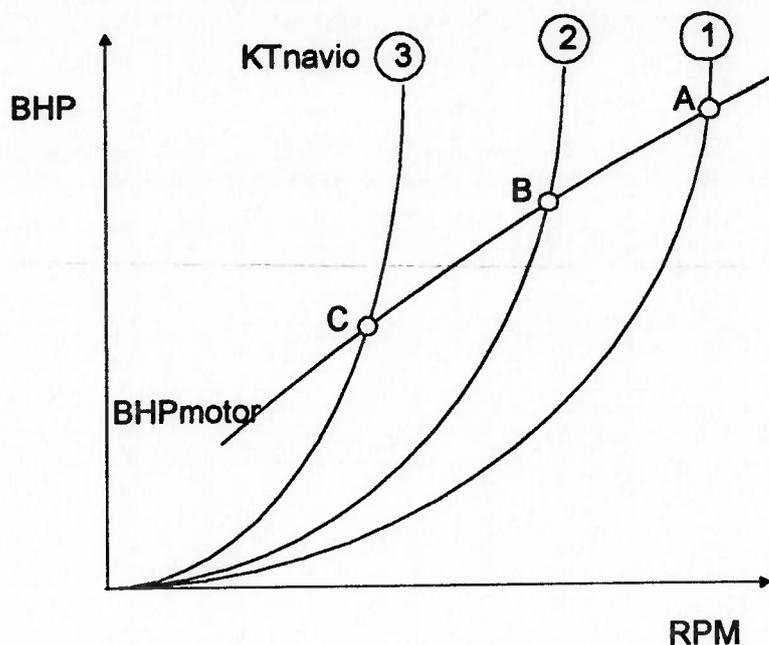


Figura 8.6 - Curva de potência do motor versus potência requerida do casco

As curvas (2) e (3) são geradas por um aumento de resistência da embarcação pela razão passo-diâmetro, de modo que a curva de potência do sistema casco-hélice passou de (1) para (2) ou (3), com isto o motor opera na curva de potência de operação contínua sem interrupção. O ponto de operação do sistema passa a ser (B) ou (C) onde o motor fornece uma potência menor, a uma rotação mais baixa.

8.5.3 Curva do Motor

A instalação do motor no casco pode ser direta ou indireta. Caso seja uma instalação indireta necessita-se de uma redução, para isto o programa pede do

usuário na tela do computador o fator de redução de caixa redutora, a qual permite projetar a engrenagem redutora que mais convenha à rotação da hélice. Assim o usuário precisa, através do gráfico de integração, verificar qual é a melhor curva do motor e conjugá-la com a melhor engrenagem redutora para que satisfaça as características do conjunto casco-motor. Com isto o usuário identificará o ponto de funcionamento do conjunto propulsor (motor-hélice), que satisfaça os requisitos de velocidade do navio, integrando as características destes três elementos: casco, hélice e motor.

Como o sistema propulsor é definido pelas condições médias de casco e mar, estas podem melhorar o piorar, por isso existe a necessidade de se manter uma linha base que não varie com estas mudanças, por exemplo, o motor trabalhando sempre com uma mesma carga (pressão meio efetiva), ou com o menor consumo específico de combustível.

Para efeito de desenvolvimento do programa, no que se refere à parte da curva do motor, o usuário terá que basear-se nos dados e especificações que se mostram no programa de COEFICIENTES INICIAIS, o início do sistema *INTEGRA*. Nessa parte do programa é mostrado na tela: a potência, consumo específico de combustível, comprimento, peso, rotações e modelo do motor que tem sido escolhido para a embarcação que estamos projetando.

A partir desses dados, o usuário terá que buscar em catálogos a curva do motor que seja igual ou aproxime-se à curva que ele está procurando, para logo extrair dela os coeficientes da equação polinômica de terceiro grau que foi

definida dentro do programa PROPULSÃO.

Os coeficientes que estão definidos no Programa PROPULSÃO para a curva do motor foram extraídos do “Manual Caterpillar” [43], como se mostram na seguinte equação:

$$BHP = -2.72E -6 (RPM)^3 + 0.0103 (RPM)^2 - 11.0542 (RPM) + 4097.15 \quad (8.27)$$

8.6 Algoritmo De Integração

Neste programa será analisado o caso em que o casco que estamos projetando deva ser propellido a diferentes velocidades (V_p), o que se quer na resolução do programa é determinar o ponto de operação da hélice intersectando num só gráfico as curvas dos coeficientes K_T , K_Q e η com curvas de casco e curvas de potência do motor como se mostra na Figura 8.7.

Para a resolução deste sistema teve-se que montar toda uma formulação à que chamaremos ALGORITMO DE INTEGRAÇÃO, o que esta desarrollado da seguinte maneira:

O ponto A da Figura 8.7, é onde o coeficiente de avanço do propulsor (J_p) é igual ao coeficiente de avanço de serviço (J_s). Neste ponto se intercepta a curva de potência requerida do navio (K_{Tnavio}) com a curva de potência do propulsor ($K_{Thélice}$), onde podemos tirar a seguinte equação:

$$K_T(\text{navio}) = K_T(\text{hélice}) \quad (8.28)$$

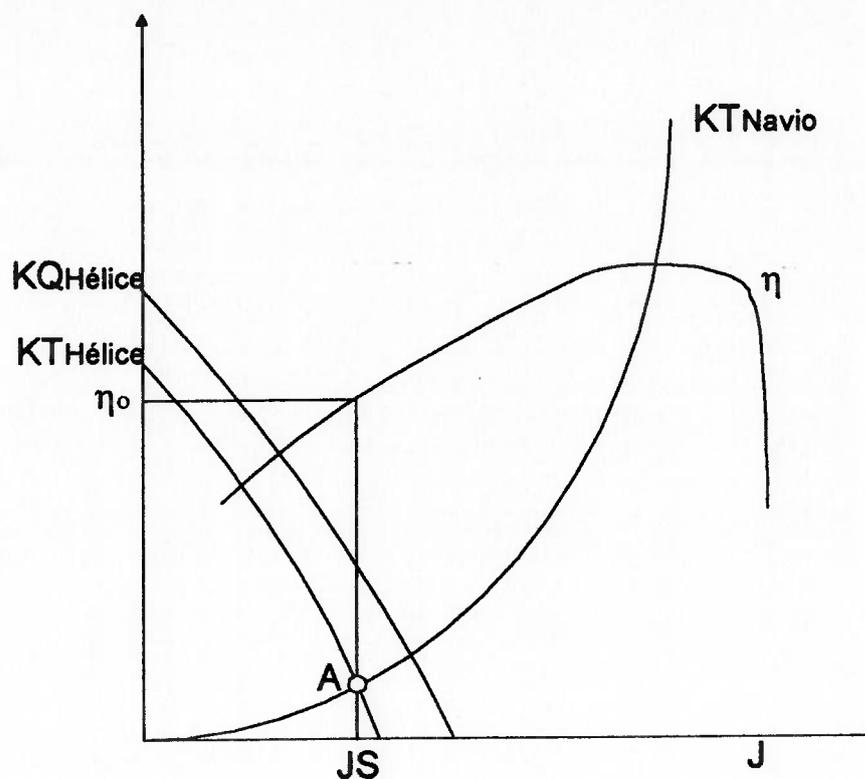


Figura 8.7 - Interação casco-hélice

Desta igualdade podemos calcular a rotação de serviço do propulsor (N_s) que é o valor em que a hélice deve trabalhar para que o casco que o usuário está projetando atinja à velocidade de serviço requerida (V_s).

Partindo da igualdade que o $K_t(\text{hélice}) = K_t(\text{navio})$ então procedemos com o cálculo do $K_t(\text{navio})$ para incorporá-lo dentro do gráfico K_t Versus J de hélices. Com o apoio dos gráficos das hélices do tipo B-TROOST poderemos realizar esta relação.

$$K_t = \frac{T}{\rho N^2 D^4} \quad (8.29)$$

$$T = \frac{Rt}{(1-t)} \Rightarrow \text{Empuxo, em relação à resistência} \quad (8.30)$$

$$J = \frac{V_a}{ND} \Rightarrow \text{Coeficiente de avanço} \quad (8.31)$$

$$V_a = V_s (1-w) \Rightarrow \text{Velocidade de avanço} \quad (8.32)$$

Substituindo V_a e retirando a rotação da equação do coeficiente de avanço

$$N = \frac{V_a (1-w)}{JD} \quad (8.33)$$

Substituindo na equação de coeficiente de empuxo do propulsor (K_T), as variáveis de empuxo (T) e rotação (N):

$$K_t = \frac{Rt}{\rho (1-t) n^2 D^4} \quad (8.34)$$

$$K_t = \frac{Rt \times J^2}{\rho (1-t) D^2 V_a^2} \quad (8.35)$$

$$K_t = \frac{Rt \times J^2}{\rho (1-t) (1-w)^2 D^2 V_s^2} \quad (8.36)$$

$$K_t = \boxed{\frac{1}{\rho (1-t) (1-w)^2 D^2}} \times \frac{Rt}{V_s^2} \times J^2 \quad (8.37)$$

$$K_t(\text{hélice}) = \alpha_p \times J_p^2 \quad (8.38)$$

- Com esta expressão começamos a integrar o $K_t(\text{casco})$ com as curvas de K_t das hélices B-Troost.

A integração do $K_t(\text{casco})$ com a ajuda do $K_t(\text{hélice})$ efetua-se através da seguinte formulação:

$$K_t(\text{navio}) = K_t(\text{hélice}) \quad (8.39)$$

$$K_t(\text{hélice}) = \alpha_p \times J_p^2 \quad (8.40)$$

Devido esta igualdade teremos a seguinte expressão:

$$K_t(\text{navio}) = \alpha_p \times J_p^2 \quad (8.41)$$

Com isto podemos calcular o $K_t(\text{navio})$, aproveitando que o K_t e o K_Q do propulsor das hélices B-TROOST podem ser transformados em equações polinômicas de segundo grau, com isto teremos a seguinte expressão:

$$K_T(\text{helice}) = aJ_p^2 + bJ_p + c \quad (8.42)$$

Com as expressões já definidas do $K_t(\text{navio})$ e $K_t(\text{hélice})$ teremos:

$$\alpha_p \times J_p^2 = aJ_p^2 + bJ_p + c \quad (8.43)$$

$$0 = -(\alpha_p \times J_p^2) + aJ_p^2 + bJ_p + c \quad (8.44)$$

$$0 = (a - \alpha_p)J_p^2 + bJ_p + c \quad (8.45)$$

Portanto, para determinar-se a potência e rotação para uma velocidade do propulsor(V_p), e para um propulsor em razão das áreas(A_e/A_o) $_p$ e passo-diâmetro(P/D) $_p$, o programa calcula todos os coeficientes da seguinte maneira:

1. Determina-se o Coeficiente do avanço do propulsor(J_p) tal que:

$K_t(\text{navio}) = K_t(\text{hélice})$ para um $(A_e/A_o)_p$ e um $(P/D)_p$

$$0 = (a - \alpha_p)J_p^2 + bJ_p + c \quad (8.46)$$

$$J_p = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4(a - \alpha_p) \times c}}{2(a - \alpha_p)} \quad (8.47)$$

Com isto determina-se o coeficiente de empuxo do propulsor(K_{tp}) com o coeficiente de avanço do propulsor(J_p).

2. Determina-se o coeficiente de torque do propulsor(K_{Qp}) com o coeficiente de avanço do propulsor(J_p).

K_{Qp} para um $(A_e/A_o)_p$ e um $(P/D)_p$

$$K_{Qp} = a'J_p^2 + b'J_p + c' \quad (8.48)$$

3. Depois determina-se a rotação da seguinte maneira:

$$N_p = \frac{V_p (1-w)}{J_p D} \quad (8.49)$$

4. Determina-se a eficiência do propulsor(η_p) como:

$$\eta_p = \frac{K_T J_p}{K_Q 2\pi} \quad (8.50)$$

5. Determina-se a potência requerida para o propulsor:

$$BHP_p = \frac{R_T V_p}{\eta_p} \quad (8.51)$$

8.7 Condição de Arrasto

Sabe-se que as condições de arrasto de uma embarcação pesqueira são bastante severas e devem ser respeitadas.

É evidente que quando um navio está realizando a tarefa de arrasto, a carga do propulsor aumenta consideravelmente, e se este está projetado para que tenha um bom rendimento em navegação livre, o motor, durante o arrasto, sobrecarrega-se aumentando, assim, a temperatura do motor ao máximo, normalmente maior de 350°C segundo o tipo de motor.

Assim, nesta parte do programa, faz-se o cálculo da condição de arrasto,[44]. Esta consiste em estabelecer o trabalho, em arrastar uma rede a velocidades baixas que podem ser entre três ou quatro nós.

Para a determinação da força de arrasto, não existe publicada uma fórmula que fornecesse este valor. Estabeleceu-se uma hipótese conforme o artigo de Dickson. Neste artigo define-se o cálculo da potência de arrasto de uma embarcação

pesqueira, em relação ao máximo torque permitido, em relação às rotações e potência nominal do motor, o que parece ser a mais adequada.

Baseados neste critério de máximo torque, o programa guarda o valor da resistência do navio para valores de velocidades de quatro nós (velocidade de arrasto) e doze nós (máxima velocidade), para logo relacionar ambas as resistências do casco, num valor chamado de fator de relação de arrasto. Este valor servirá para incrementar a potência efetiva do navio (EHP), calculada em corrida livre. Este procedimento é mostrado na seguinte formulação:

$$V_{N(4)} = R_{T(4)} \quad (8.52)$$

$$V_{N(12)} = R_{T(12)} \quad (8.53)$$

$$K = \frac{R_{T(12)}}{R_{T(4)}} \quad (8.54)$$

$$EHP_{(Ar)} = EHP_{(CL)} \times K \quad (8.55)$$

$$BHP_{(Ar)} = EHP_{(Ar)} \div C_p \quad (8.56)$$

onde:

Velocidade do navio no arrasto..... $V_{N(4)}$

Velocidade máxima do navio $V_{N(12)}$

Resistência do navio a 4 nós $R_{T(4)}$

Resistência do navio a 12 nós $R_{T(12)}$

Fator de relação do arrasto K

Potência efetiva do navio em corrida livre $EHP_{(CL)}$

Potência efetiva do navio em arrasto $EHP_{(Ar)}$

Potência do motor do navio em arrasto $BHP_{(Ar)}$

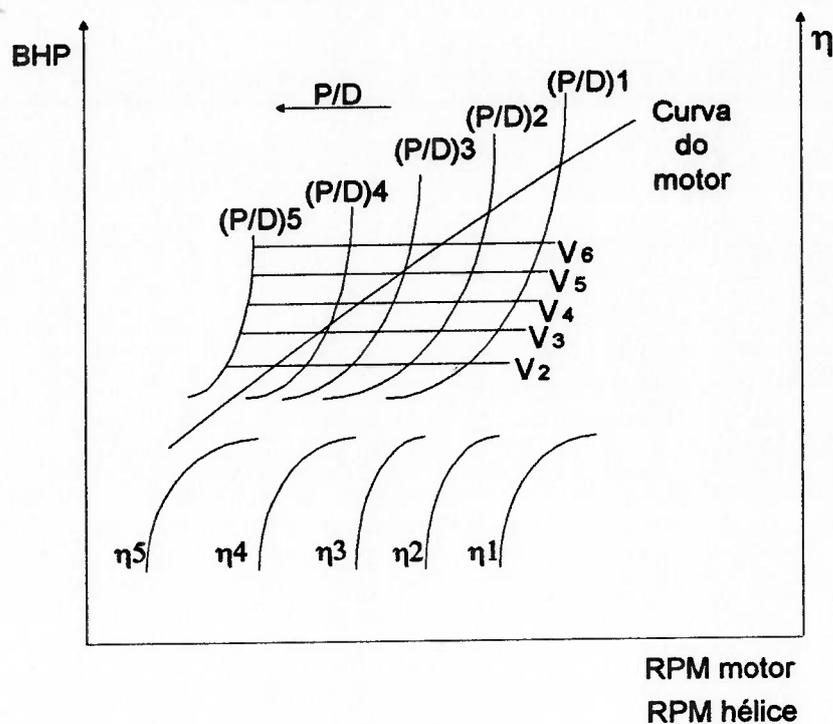


Figura 8.8 - Integração-hélice-motor em Condição de Arrasto

Na figura 8.8 são mostradas:

1. Curva de Potência fornecida pela máquina principal
2. Curvas de Potência requerida pelo sistema casco-hélice para a condição de arrasto:
 - Para o mesmo deslocamento de projeto na condição de arrasto e em condições médias de casco e mar;
 - Para diferentes razões de passo-diâmetro do propulsor.
3. Curvas de velocidade de arrasto constantes da embarcação pesqueira

- V2, V3, V4, V5, V6

4. Curvas de Eficiência

8.8 Condição de Cavitação

O movimento de um fluxo em torno de um corpo, estando em repouso ou movimento, provoca nele a variação correlativa de velocidades e pressões próprias de todo movimento de um fluxo "*Teorema de Bernouilli*", correspondendo um incremento de pressão a uma diminuição de velocidade e vice-versa.

Quando o fluxo é um líquido vaporizável como a água, pode ocorrer que, se a intensidade da velocidade criada é grande, a pressão cai até alcançar a tensão de vaporização do fluxo a essa temperatura. Neste caso, o fluxo muda de estado, formando-se cavidades cheias de vapor. Estas cavidades, ao serem arrastadas pela corrente a zonas de maior pressão, diminuem e desaparecem. Este fenômeno é conhecido como Cavitação.

Se a cavitação é intensa, a reiteração da diminuição das bolhas levada a um ritmo rapidíssimo e incidindo sobre a parede do corpo, constitui um golpe na sua superfície, a qual é submetida a um processo destrutivo por erosão. Esta é uma das consequências típicas e mais temidas da cavitação.

As hélices marinhas, nas quais a formação do empuxo é precisamente consequência, em sua maior parte, da criação de importantes depressões sobre o

dorso das pás, devem ser consideradas, pelo menos em princípio, como órgãos expostos para que a cavitação se desenvolva.

A cavitação em hélices pode ser a causa das quedas de rendimento com perda do empuxo originando, às vezes, fortes vibrações. É importante projetar hélices que não sofram do fenômeno em intensidades perigosas. Antes de determinar os parâmetros do propulsor, é necessário fazer uma comprovação, ainda que seja simples, acerca da pressão atuante sobre a cara ativa das pás, com o fim de assegurar que o propulsor não está sobrecarregado. Se isto ocorrer pode haver uma queda do fluxo e por conseguinte, uma perda de empuxo.

A condição básica para que uma hélice não cavite é que, o índice de cavitação tem de ser maior que o cociente entre a pressão estática e a pressão dinâmica em um ponto da superfície da hélice em funcionamento.

O cálculo das porcentagens de cavitação é feito pelo programa utilizado no método D.BURRIL [42]. Esses resultados podem ser expressos de uma forma analítica, mediante a seguinte expressão:

$$\zeta = \left(\frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^{\nu} \zeta_1 \quad (8.57)$$

onde:

$$\sigma = \frac{p_0 - p_v}{\frac{1}{2} \rho V^2} \Rightarrow \text{índice de cavitação} \quad (8.58)$$

$$\sigma_1 = \frac{E/Ap}{\frac{1}{2} \rho V^2} \Rightarrow \text{coeficiente de empuxo} \quad (8.59)$$

$$V^2 = Va^2 + (0.7 \pi n D)^2 \Rightarrow \text{velocidade resultante a 0.7 do raio} \quad (8.60)$$

$$p_o - p_v = p_{atm} - p_{vapor} + (\text{pressão da coluna de água}) \quad (8.61)$$

E = Empuxo fornecido pela hélice

n = Rotação da hélice

$$Va = (1 - w)V_s \quad (8.62)$$

D = Diâmetro do propulsor

$$Ae = \frac{Ae}{Ao} \times \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow \text{Área expandida (pés}^2\text{)} \quad (8.63)$$

$$Ap = (1.067 - 0.229 \times P/D) Ae \Rightarrow \text{Área mínima projetada (pés}^2\text{)} \quad (8.64)$$

Os coeficientes υ , σ_1 e ζ_1 variam com as porcentagens máximas de cavitação como é mostrado na Tabela 8.2:

Porcentagem máxima de cavitação	υ	σ_1	ζ_1
2.5% de cavitação no dorso	0.200	0.090	0.76689
10% de cavitação no dorso	0.150	0.094	0.86342
20% de cavitação no dorso	0.120	0.100	0.91325

Tabela 8.2 - Porcentagem de cavitação

Fixando-se uma determinada porcentagem de cavitação permitida,

determina-se a mínima área projetada para que a cavitação no dorso, não ultrapasse essa porcentagem.

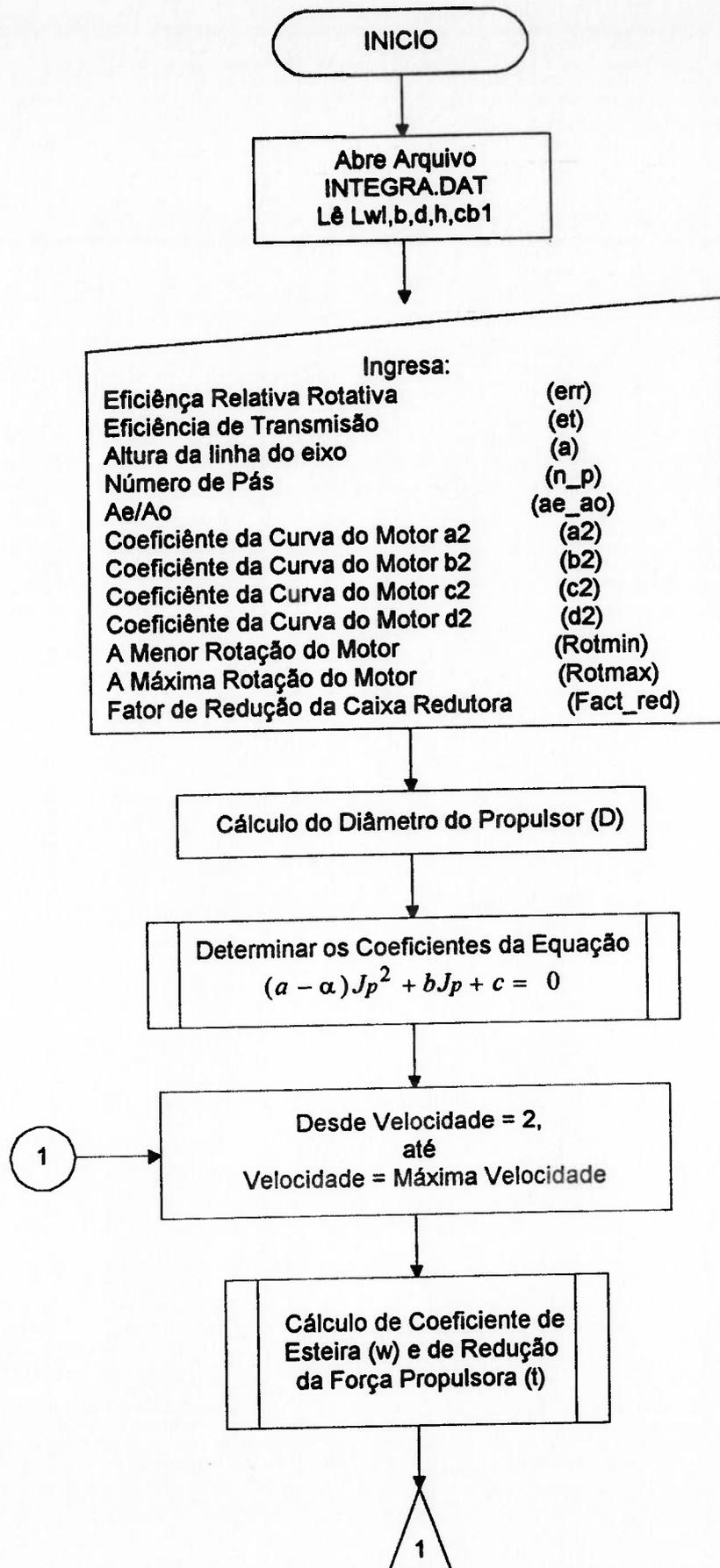
Esta relação pode ser melhor apreciada se levarmos em conta a seguinte relação entre áreas projetadas:

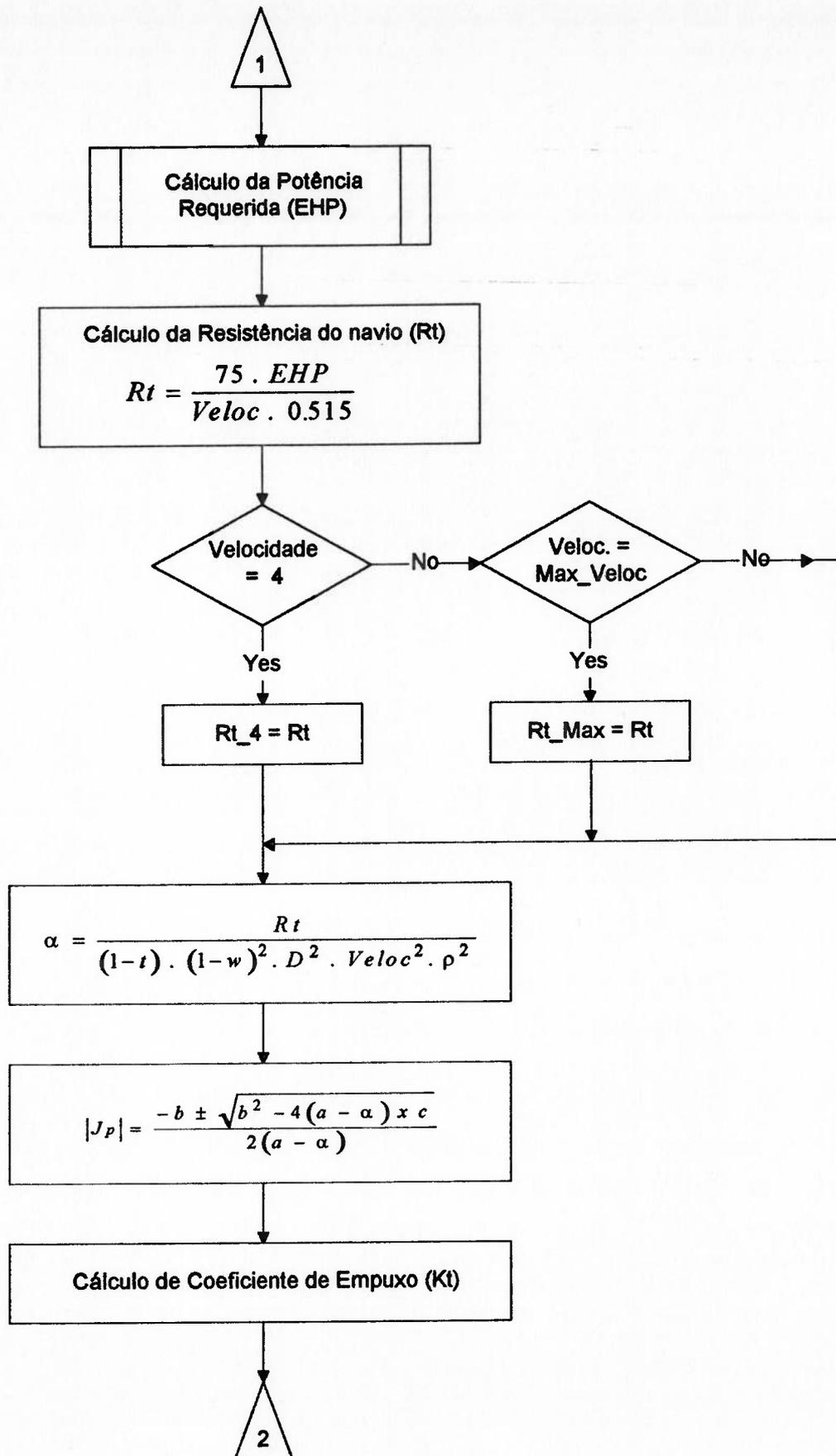
- $A_p(\text{cav}) \leq A_p \Rightarrow$ não há cavitação

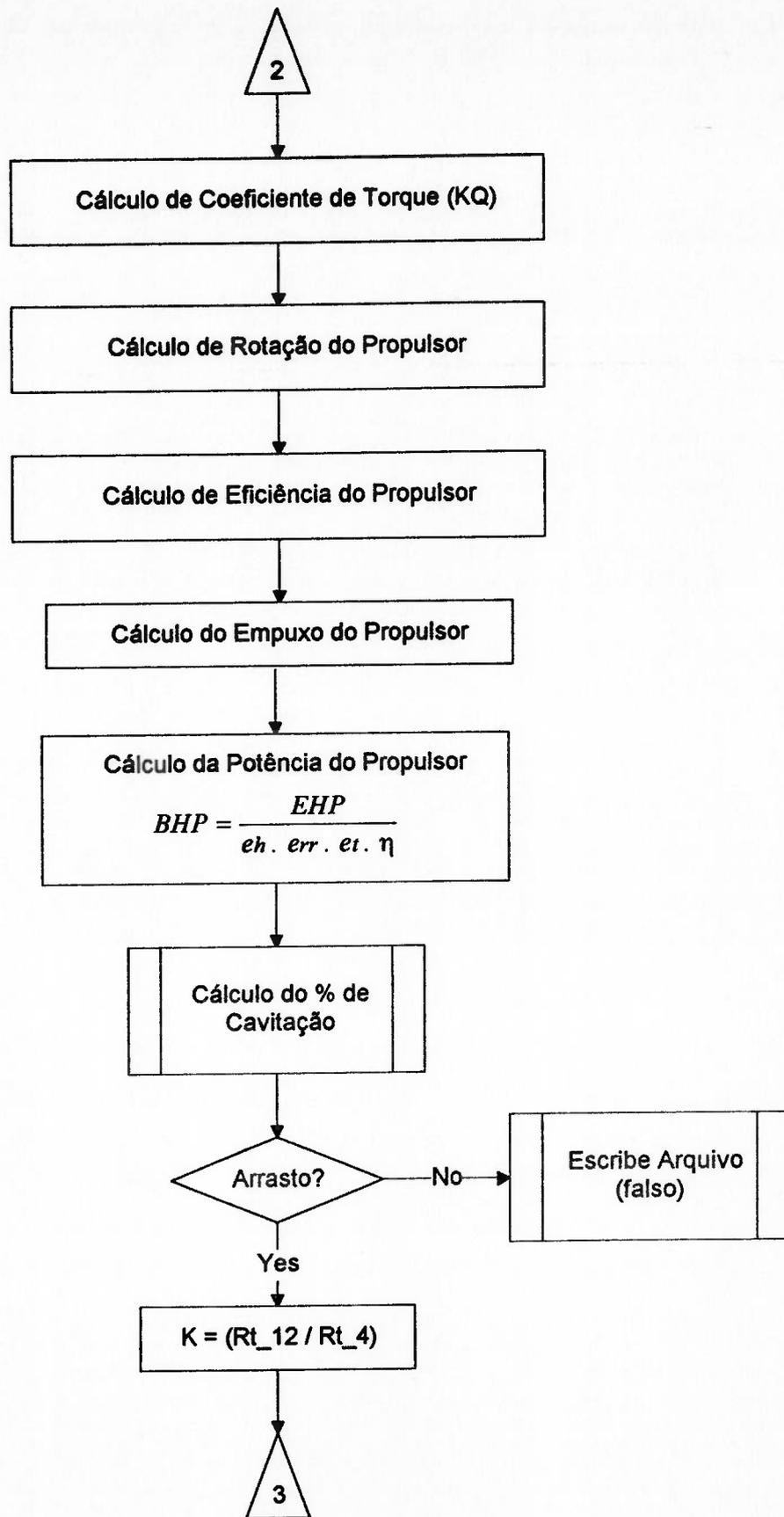
- $A_p(\text{cav}) > A_p \Rightarrow$ sim há cavitação

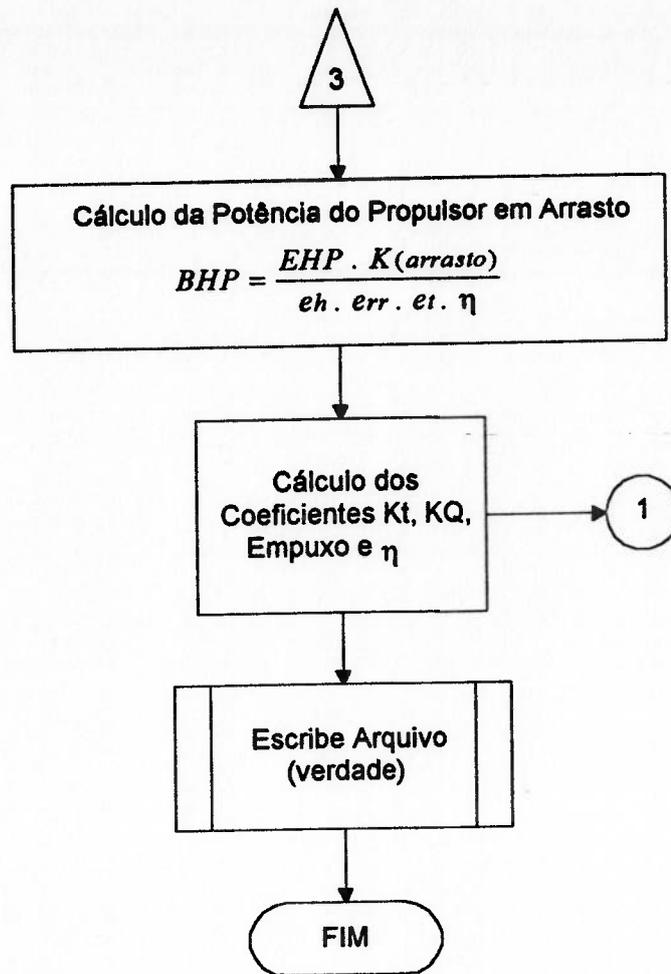
8.9 Fluxograma do Programa Propulsão

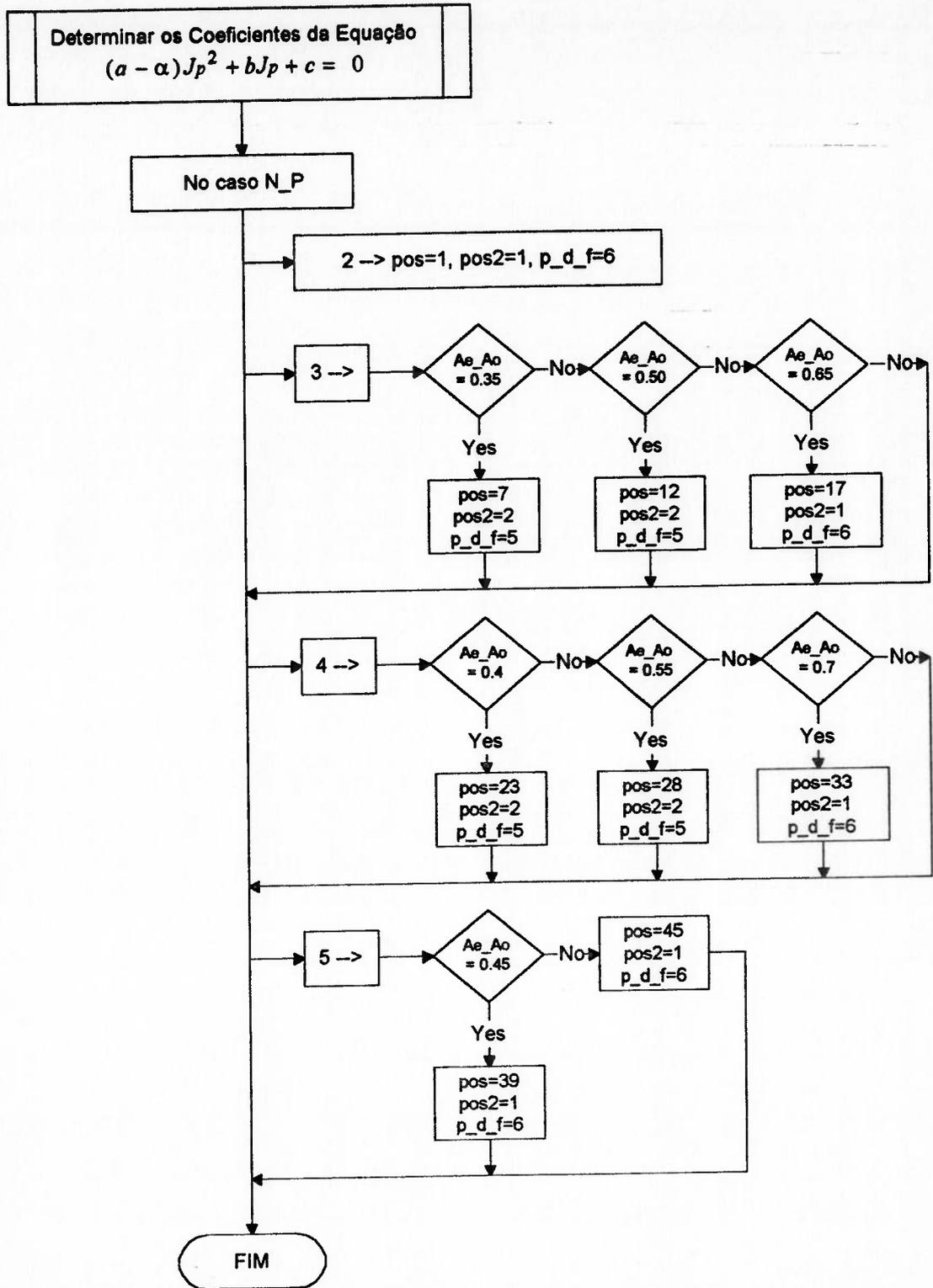
O fluxograma do programa Propulsão é apresentado na Figura 8.9

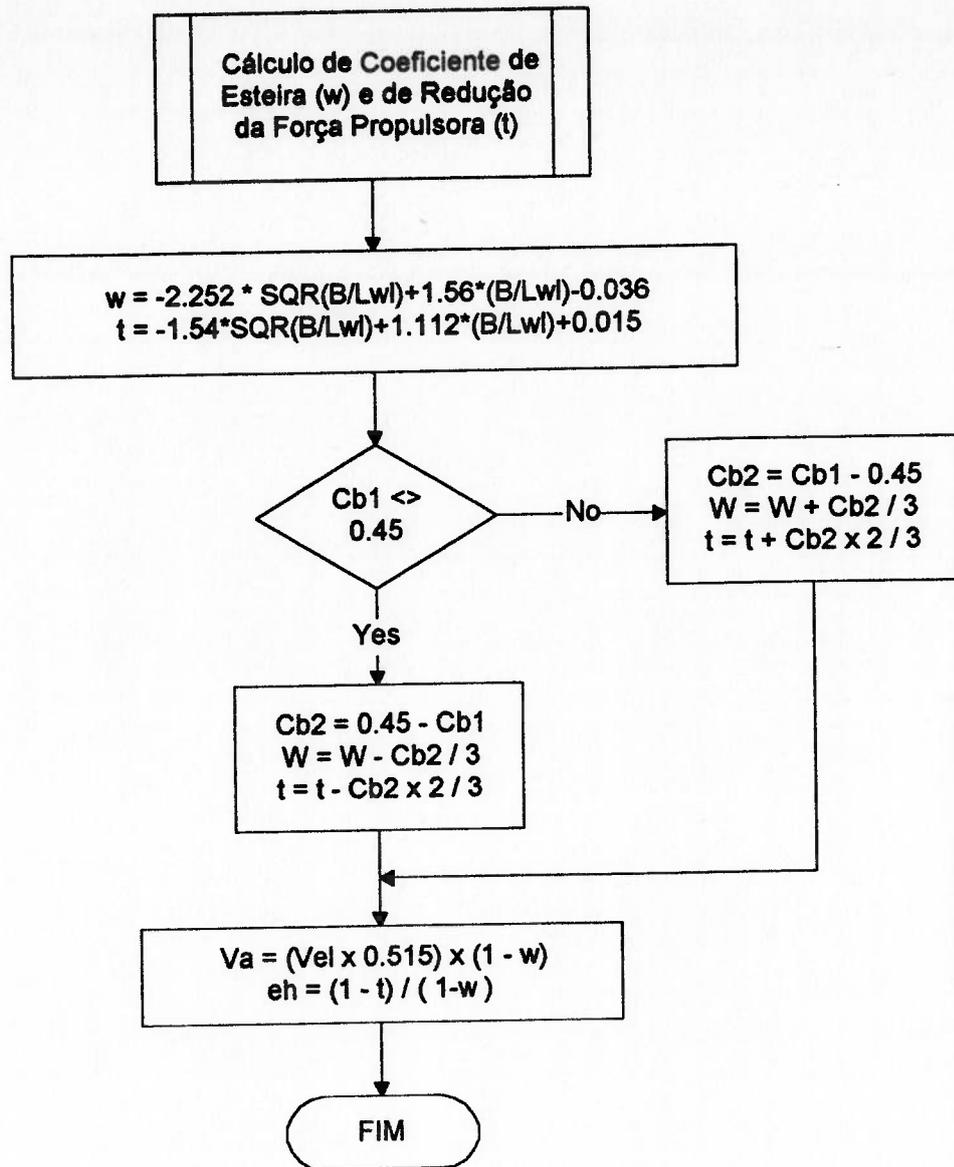


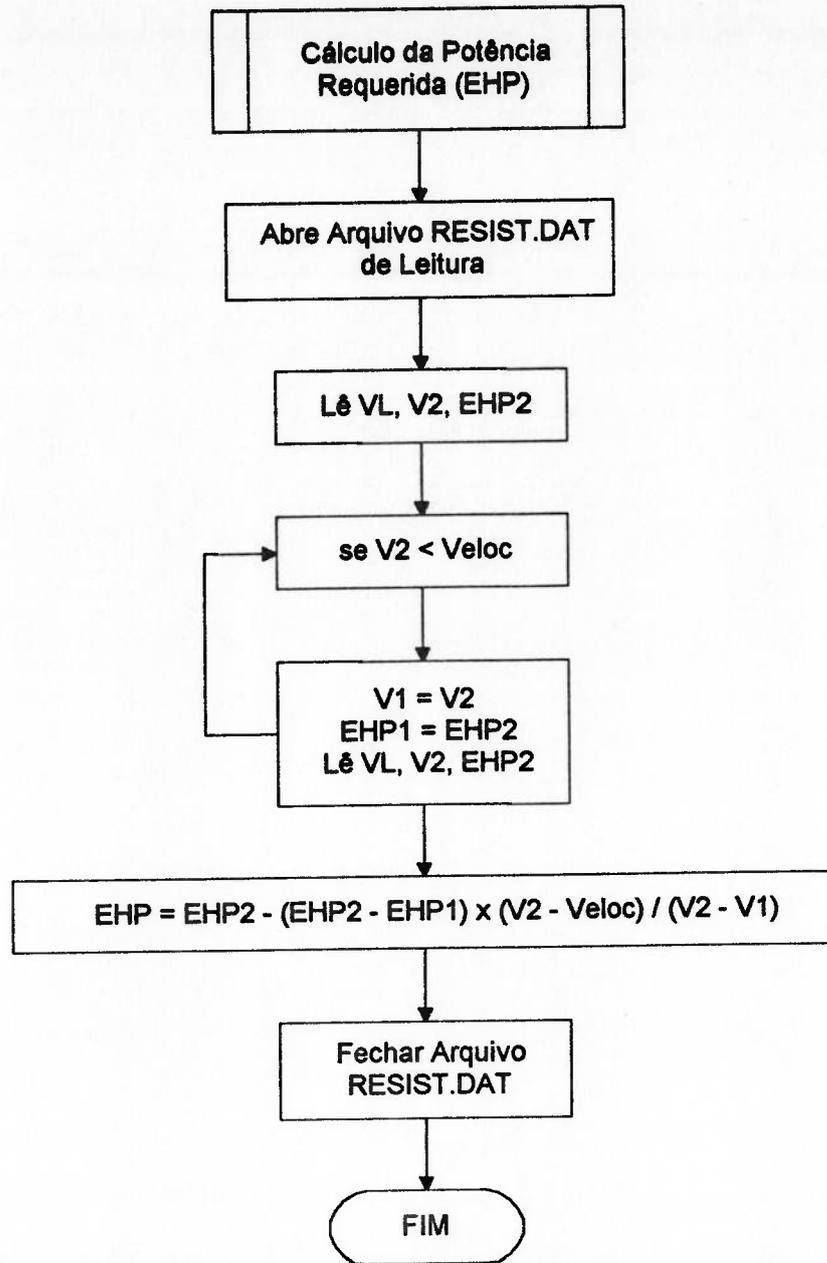


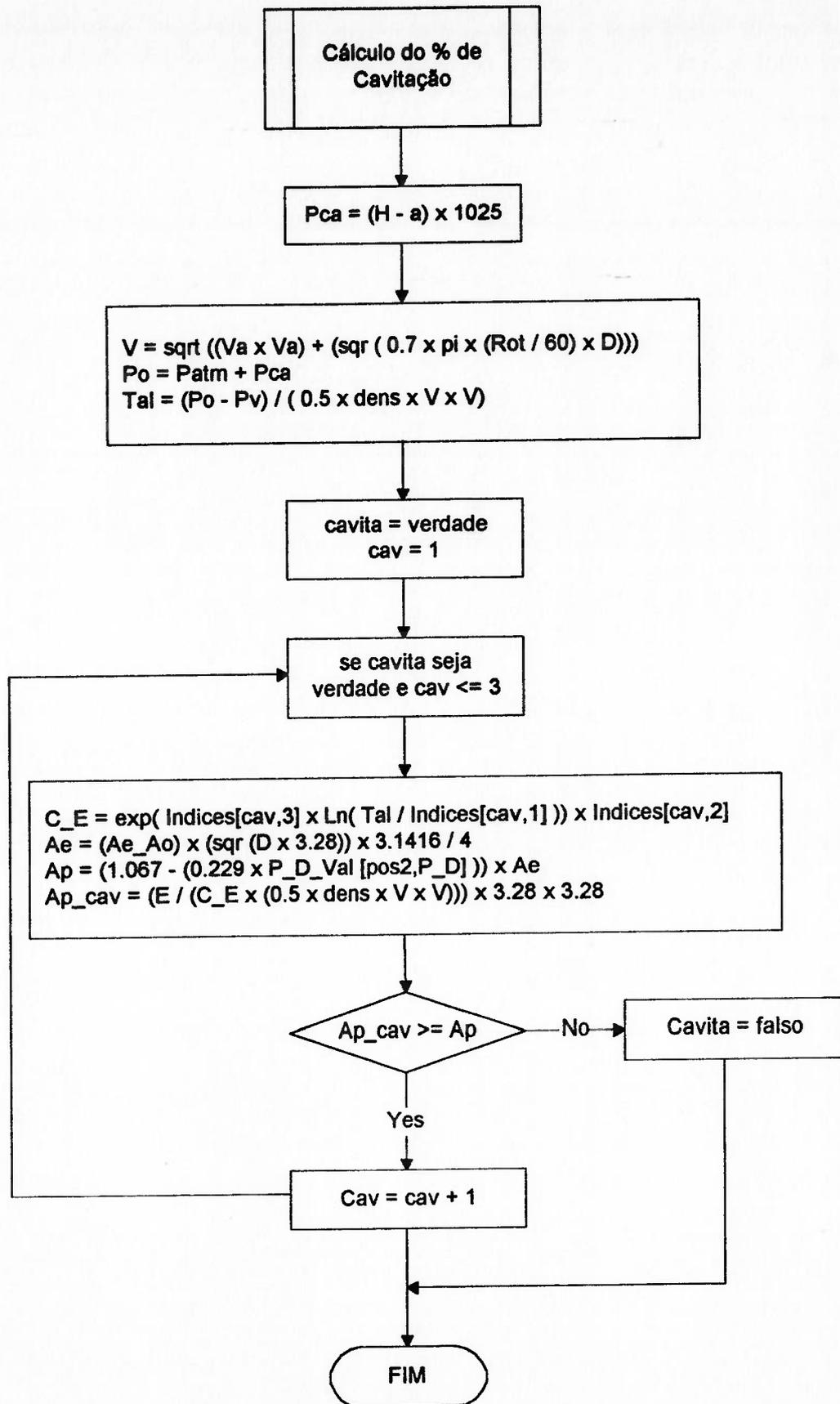


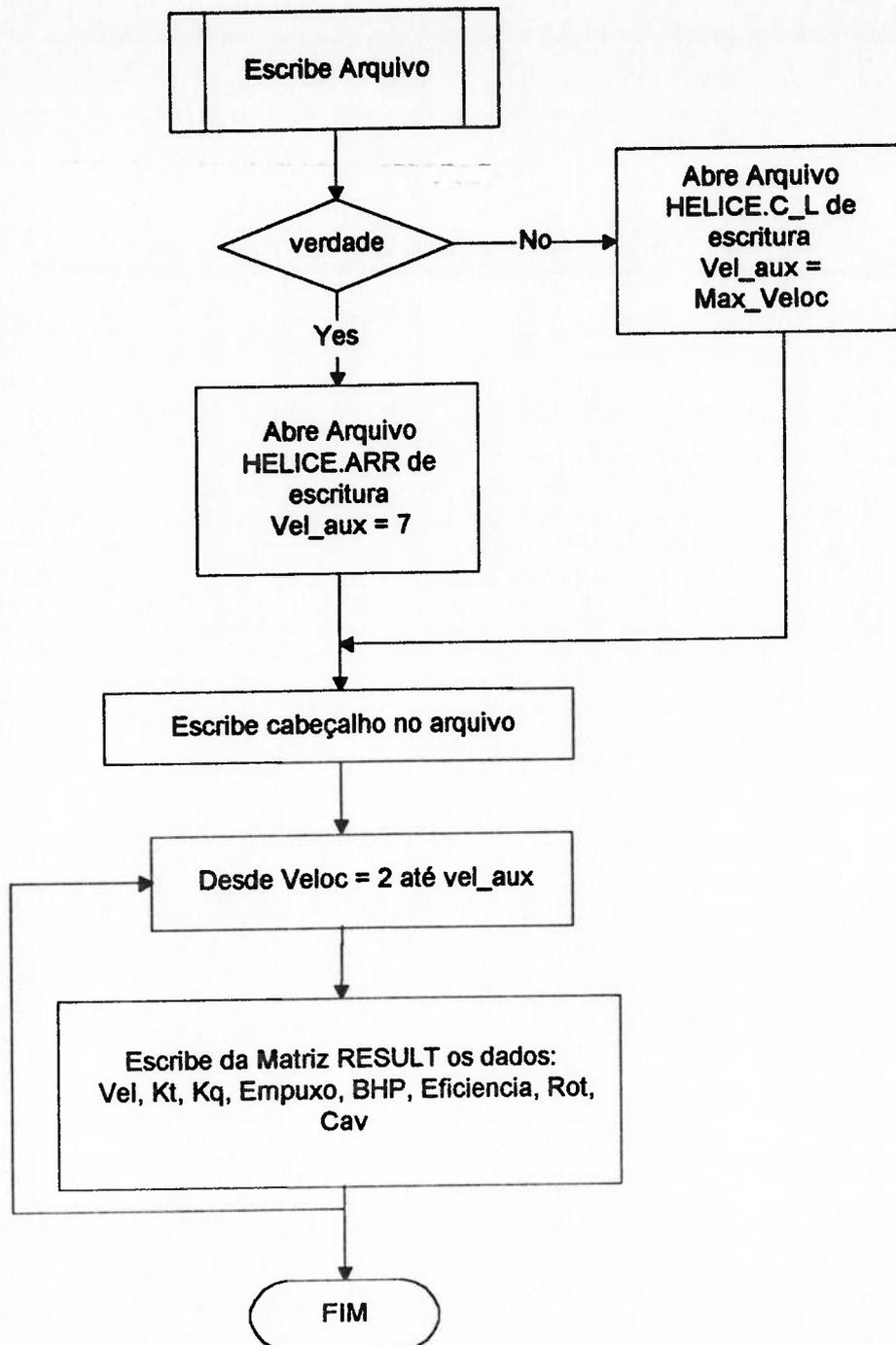












CAPÍTULO 9

9. PROJETO ESTRUTURAL DE UM NAVIO PESQUEIRO

O objetivo deste trabalho é sugerir um método automatizado, da síntese da seção mestra de um navio pesqueiro, utilizando-se como referência a norma da [45]. Para completar tal projeto foi desenvolvido um programa em computador em linguagem Pascal para o cálculo da estrutura transversal, auxiliado pelo programa TRANSEC.

TRANSEC é um programa desenvolvido para a síntese e análise de estruturas transversais de embarcações, utilizando conceitos racionais para a síntese da estrutura. Este programa é composto de quatro módulos, sendo um de entrada de dados, que é gerado pelo Programa ESTRU.EXE, um de cálculo, por elementos finitos (TRANSFIN), um de desenho (TRANSPLT) e um de síntese (TRANSSIN).

9.1 Formulação do Problema

O navio pesqueiro em projeto, como a maioria dos navios que desempenham esta função, possui formas arredondadas e não muito grandes, o que lhe confere esforços transversais maiores do que os longitudinais. Os navios pesqueiros em questão possuem comprimentos inferiores a 50 metros. O arranjo transversal de reforços parece ser o mais adequado, pois as tensões primárias, para embarcações

com tais comprimentos, não acarretam maiores problemas. Este critério de projeto nos levou à adoção da estrutura de cavernamento transversal.

O material selecionado para o casco, reforçadores e para a superestrutura foi o aço de média resistência ou chamado comumente: aço naval, com uma tensão de escoamento de 240 N/mm².

9.2 Critérios de Projeto

9.2.1 A Estrutura do Navio

A estrutura do navio pesqueiro é composta de chapas finas reforçadas transversalmente pelo perfis transversais que se chamam normalmente de painéis, sujeitos a uma infinidade de carregamentos variáveis com a distribuição de peso a bordo: lastro, combustível, víveres, etc.

Para resolver este problema, considera-se a estrutura submetida a um carregamento adotado sob as normas da Sociedade Classificadora. Admite-se uma deformação composta por três modos fundamentais, os quais são:

- a. *Primário* - Onde o navio é deformado como se fosse uma viga ao longo de seu comprimento, mantendo as seções transversais indeformadas;
- b. *Secundário* - Composto por duas partes:
 - Correspondem aos painéis que deformam-se com curvatura contínua entre

dois elementos transversais;

- Correspondem à flexão dos elementos longitudinais leves entre dois elementos transversais adjacentes;
- c. *Terciário* - Corresponde à deformação pela flexão, das unidades de chapeamento, porção de chapa entre enrijecedores adjacentes sob uma pressão atuante.

As tensões resultantes destes três modos são superpostas e compostas através de um critério chamado VON MISES, e são comparadas com as tensões limites adequadas para cada composição, em cada ponto da estrutura.

9.2.2 Determinação das Cargas

9.2.2.1 Convés

O carregamento no convés exposto como se mostra na Figura 9.1

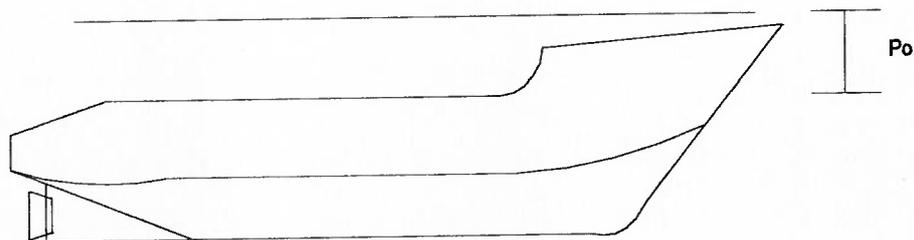


Figura 9.1 - Carregamento do convés exposto

Ao tempo deve ser determinado pela seguinte expressão:

$$P_o = 10.5 \cdot C1 \text{ (K}_N\text{/m}^2\text{)} \quad (9.1)$$

onde:

C_1 é o coeficiente de onda, que é:

$C_1 = 0.0226 \cdot L_{wl} \Rightarrow$ Para navios de $L_{wl} < 100$ mts.

9.2.2.2 Costado

1. Entre a borda do convés e a linha de água (franco bordo), como se mostra na Figura 9.2:

$$P_s = P_o (1+b) \left(\frac{10}{10+Z_1} \right) \wp \quad (KN/m^2) \quad (9.2)$$

onde:

P_o = Pressão sobre o convés exposto ao tempo.

Z_1 = Distância vertical desde a parte da linha de água até o convés.

\wp = Coeficiente para a inclinação das cavernas na proa (energia dinâmica).

b = Coeficiente da posição dentro do navio.

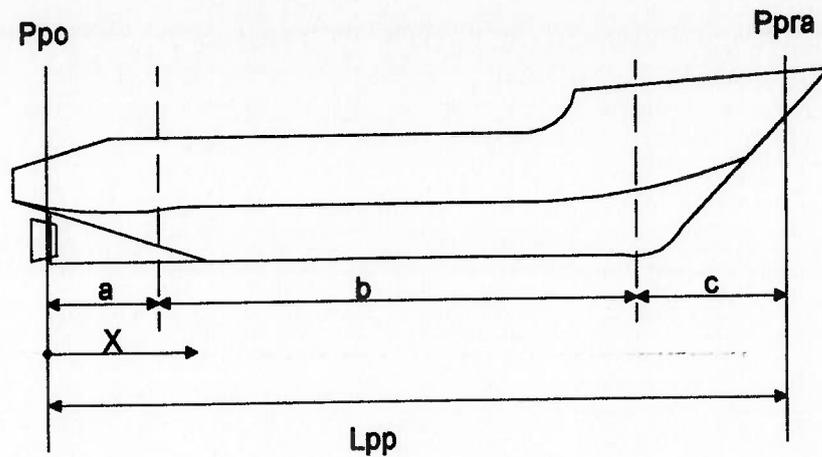


Figura 9.2 - Coeficiente da posição dentro do navio

Segundo a Figura 9.2

- Em "a":

$$b = 1 - 5(x/L) \Rightarrow \text{para } 0 \leq x/L \leq 0.2 \quad (20\% \text{ na popa})$$

- Em "b":

$$b = 0 \Rightarrow \text{para } 0.2 \leq x/L \leq 0.8 \quad (60\% \text{ no meio})$$

- Em "c":

$$b = 10(x/L - 0.8) \Rightarrow \text{para } 0.8 \leq x/L \leq 1.0 \quad (20\% \text{ na proa})$$

- Na Popa do Navio

$$P_s = P_o (1+b) \left(\frac{10}{10+Z_1} \right) \varphi \quad (KN/m^2) \quad (9.3)$$

- No Meio do Navio

$$P_s = P_o (1+b) \left(\frac{10}{10+Z_1} \right) \varphi \quad (KN/m^2) \quad (9.4)$$

c. Na Proa do Navio

$$P_s = P_o (1+b) \left(\frac{10}{10+Z_1} \right) \varphi \quad (KN/m^2) \quad (9.5)$$

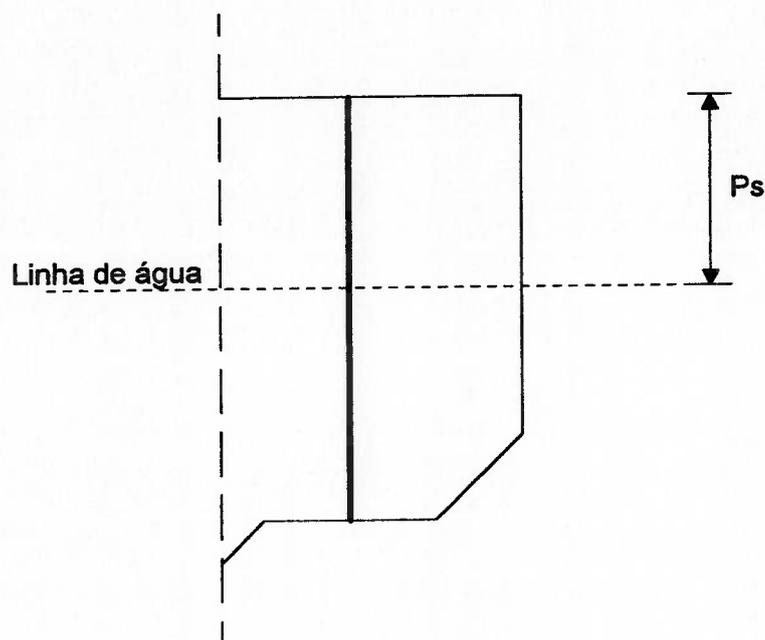


Figura 9.3 - Carregamento do costado em cima da linha de água

2. Costado abaixo da Linha de água

$$\bullet P_s = 10 Z_2 + P_o \left(1 - \frac{Z_2}{2T} + b \right) \varphi \quad (KN/m^2) \quad (9.6)$$

$$\bullet P_s = P_o (1+b) \varphi \quad (9.7)$$

Será colocado o maior valor obtido das pressões calculadas:

a. Na popa do navio:

$$P_s = 10 Z_2 + P_o \left(1 - \frac{Z_2}{2T} + b\right) \quad (KN/m^2) \quad (9.8)$$

$$P_s = P_o (1+b) \varphi \quad (9.9)$$

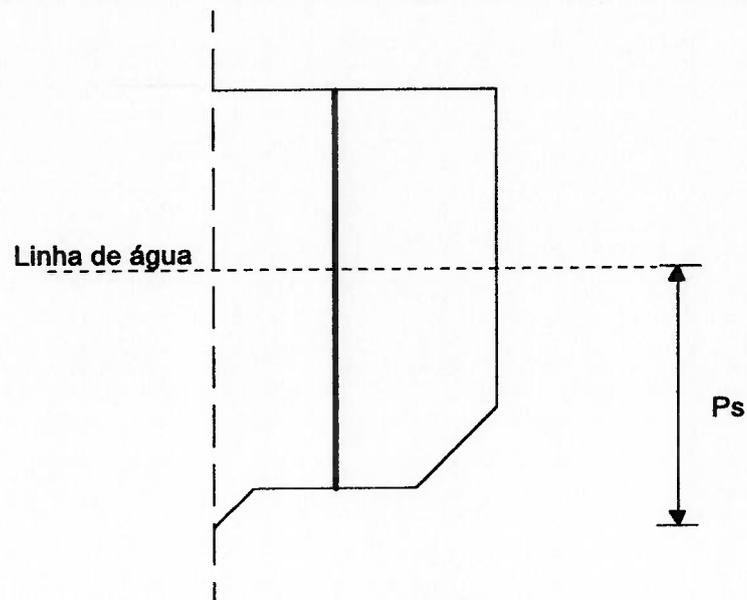


Figura 9.4 - Carregamento do costado abaixo da linha de água

b. No meio do navio:

$$P_s = 10 Z_2 + P_o \left(1 - \frac{Z_2}{2T} + b\right) \quad (KN/m^2) \quad (9.10)$$

$$P_s = P_o (1+b) \varphi \quad (9.11)$$

c. Na proa do navio:

$$P_s = 10 Z_2 + P_o \left(1 - \frac{Z_2}{2T} + b\right) \quad (KN/m^2) \quad (9.12)$$

$$P_s = P_o (1+b) \varphi \quad (9.13)$$

9.2.2.3 Fundo do navio

a. Na popa do navio:

$$P_B = 10 T + P_o (0.5+b) \quad (KN/m^2) \quad (9.14)$$

b. No meio do navio:

$$P_B = 10 T + P_o (0.5+b) \quad (KN/m^2) \quad (9.15)$$

c. Na proa do navio:

$$P_B = 10 T + P_o (0.5+b) \quad (KN/m^2) \quad (9.16)$$

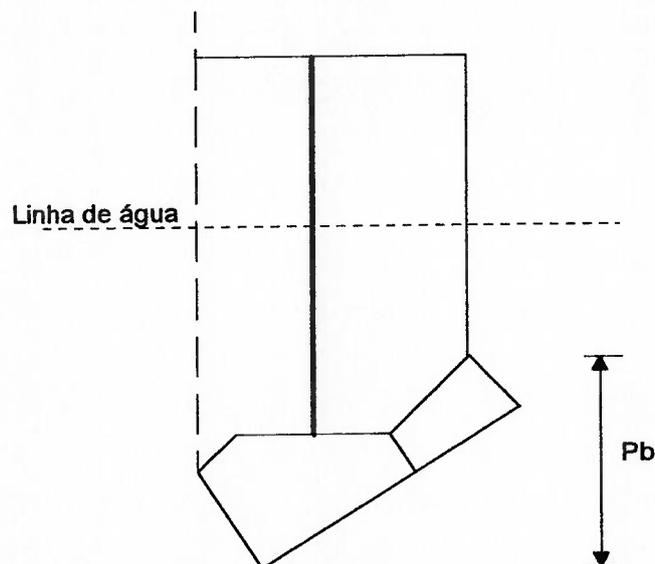


Figura 9.5 - Carregamento no fundo da embarcação

Depois de haver descrito todas as cargas que estão submetidas à estrutura do navio, mostramos nas seguintes figuras a maneira de resumir as cargas, mais as

características que atuam e afetam a embarcação pesqueira, baseado nas normas das Sociedades Classificadoras.

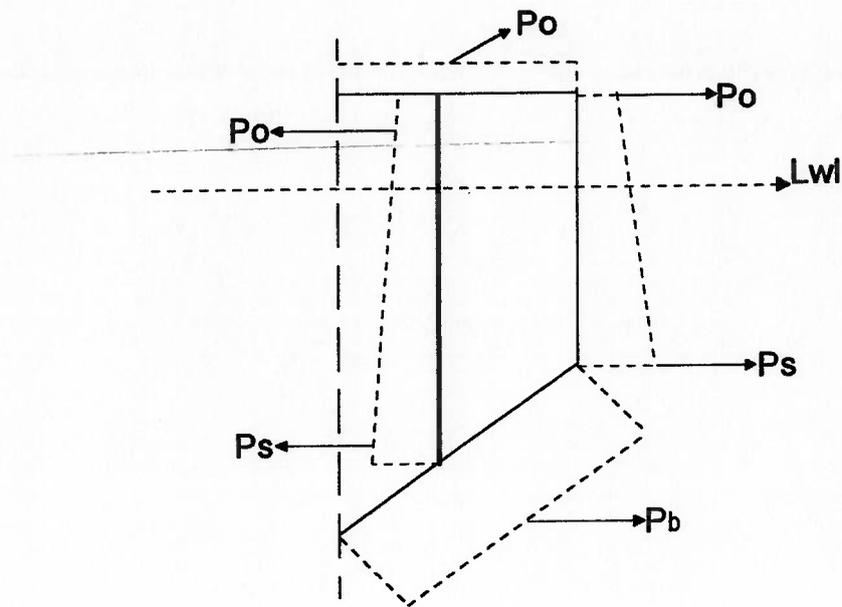


Figura 9.6 - Desenho de distribuição das cargas no anel transversal do Navio 1

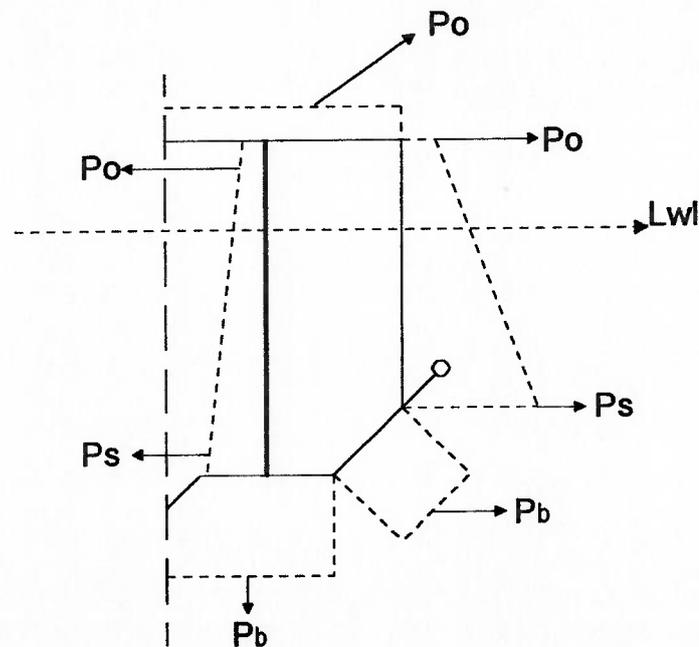


Figura 9.7 - Desenho de distribuição das cargas no anel transversal do Navio 2

9.3 Determinação do Momento Fletor

9.3.1 Determinação do Momento Fletor Total

Para a determinação dos momentos fletores, nos basearemos na formulação feita no G.L.REGISTER.[45]

Para a determinação dos momentos adotar-se-á as convenções de signos onde os momentos fletores nos Alquebramentos serão positivos. Figura 9.8a. Os momentos fletores em Tosamento serão negativos, conforme é mostrado na Figura 9.8b.

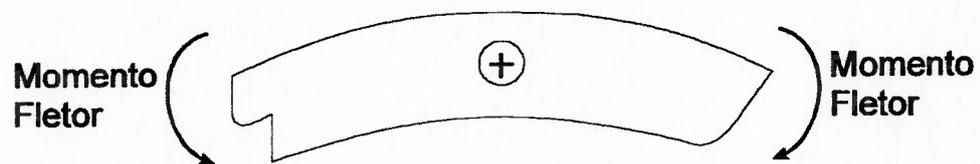


Figura 9.8a - Momento Fletor em Alquebramento

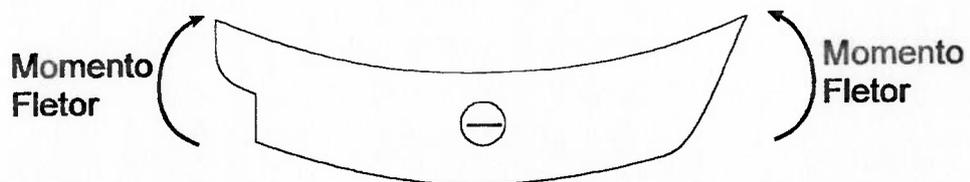


Figura 9.8a - Momento Fletor em Tosamento

$$MT = M_{sw} + M_{wv} \quad (K_N \cdot m) \quad (9.17)$$

onde:

M_{wv} = Momento fletor vertical devido a ondas (+Alquebramento), (-Tosamento)

M_{sw} = Momento fletor em águas calmas

9.3.1.1 Momento Fletor Em Ondas

$$M_{wv} = Lwl^2 \times B \times C1 \times C2 \quad (K_N \cdot m) \quad (9.18)$$

onde:

$C1$ = Coeficiente de onda, para navios $Lwl < 100$ mt.

$$C1 = 0.0226 Lwl$$

$C2$ = Coeficiente de onda

- Cálculo do coeficiente de onda para a condição de Alquebramento

$$C2 = 0.25 (C_B + 0.7) \quad (9.19)$$

- Cálculo do coeficiente de onda para a condição de Tosamento

$$C2 = 0.27 (C_B + 0.7) \quad (9.20)$$

- a. Fórmula para o cálculo do momento fletor em ondas na condição de Alquebramento.

$$M_{wv} = Lwl^2 \cdot B \cdot C1 \cdot C2 \quad (K_N \cdot m) \quad (9.21)$$

- b. Fórmula para o cálculo do momento fletor em ondas na condição de Tosamento.

$$M_{wv} = Lwl^2 \cdot B \cdot C1 \cdot C2 \quad (\text{K}_N \cdot \text{m}) \quad (9.22)$$

O momento fletor deve ser distribuído sobre todo o comprimento (Lwl) do navio segundo a seguinte fórmula, baseado na Tabela 9.1:

$$M_{wv} = M_{wv} \times C_m \quad (9.23)$$

onde:

C_m = Coeficiente de posição do momento fletor em relação ao comprimento do navio

CONDIÇÃO	C_m
$\frac{X}{Lwl} < 0.45$	$\frac{X}{Lwl} \div 0.45$
$0.45 \leq \frac{X}{Lwl} \leq 0.60$	$C_m = 1$
$\frac{X}{Lwl} > 0.60$	$1 - \frac{X}{Lwl} \div 0.40$

Tabela 9.1 - Distribuição do momento fletor no comprimento do navio

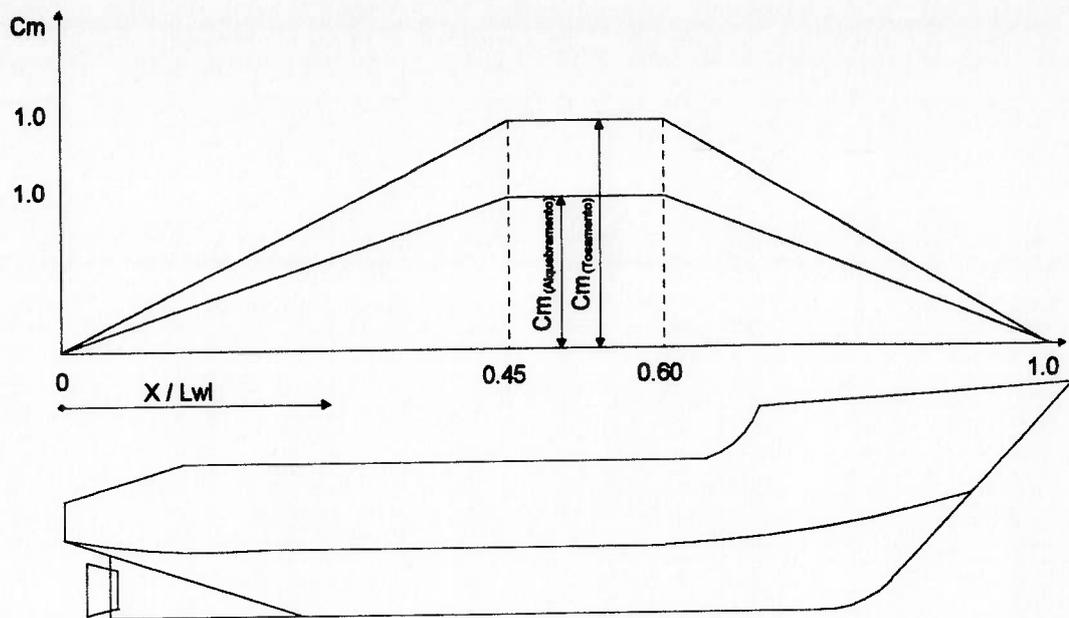


Figura 9.9 - Distribuição de momentos fletores em todo o comprimento do navio pesqueiro

9.3.1.2 Momento Fletor em Águas Tranqüilas

O momento fletor em águas tranqüilas é determinado pela expressão:

$$M_T = M_{sw} + M_{wv} \quad (9.24)$$

$$M_{sw} = M_T - M_{wv} \quad (9.25)$$

$$M_T = \sigma_p \cdot W_D \cdot 10^3 \text{ (K}_N \cdot \text{m)} \Rightarrow \text{Convés} \quad (9.26)$$

$$M_T = \sigma_p \cdot W_B \cdot 10^3 \text{ (K}_N \cdot \text{m)} \Rightarrow \text{Fundo} \quad (9.27)$$

onde:

$\sigma_p =$ Tensão de flexão longitudinal admissível em (N/mm²)

$\sigma_p = 150/K \Rightarrow$ para $0.3 \leq X/L \leq 0.7$

$\sigma_p = 150/1$

$\sigma_p = 150$ N/mm²

$W_D =$ Módulo da seção no convés; calculou-se em relação à seção mestra de um navio semelhante, em m³

$W_B =$ Módulo da seção no fundo; calculou-se em relação à seção mestra de um navio semelhante, em m³

1. Determinação do momento fletor em águas tranquilas no convés

a. Tosamento

$$M_{sw} = M_T - M_{wv} \quad (9.28)$$

b. Alquebramento

$$M_{sw} = M_T - M_{wv} \quad (9.29)$$

2. Determinação do momento fletor em águas tranquilas no fundo

a. Tosamento

$$M_{sw} = M_T - M_{wv} \quad (9.30)$$

b. Alquebramento

$$M_{sw} = M_T - M_{wv} \quad (9.31)$$

9.3.1.3 Momento Fletor Total do Navio

a. No Convés

$$M_T = \sigma_p \cdot W_D \cdot 10^3 \quad (K_N \cdot m) \quad (9.32)$$

b. No Fundo

$$M_T = \sigma_p \cdot W_B \cdot 10^3 \quad (K_N \cdot m) \quad (9.33)$$

9.4 Modelos de Cálculo da Estrutura Transversal

Ao longo dos anos temos visto diversos modelos de cálculo para a estrutura transversal do navio. Todos eles possuem vantagens e limitações. Uns muito simples, outros muito complicados. O que estamos desenvolvendo tenta não ser muito complicado mas sim, o mais prático possível, dentro de uma linha racional.

Neste capítulo o cálculo está baseado em critérios racionais, desenvolvendo programas em Pascal e ajudado pelo programa de síntese racional automatizada da estrutura transversal de embarcações (TRANSEC). Basicamente é extraída uma fatia do navio pesqueiro contendo o anel transversal a ser projetado.

Esta fatia interage com os elementos transversais e com o chapeamento. O programa TRANSEC trabalha sob a hipótese de flexão secundária da estrutura da embarcação entre anteparas, resultando para a fatia extraída, que a resultante das

forças de pressão seja equilibrada pela resultante das forças de cisalhamento, as quais se distribuem pelo chapeamento na seção de corte [46].

Com a ajuda do Transec usa-se uma tabela de perfis, onde será procurado o perfil adequado e as dimensões apropriadas da chapa colaborante para cada elemento componente do anel transversal. O perfil e chapa adequados ou ótimos serão aqueles de menor peso e que resultem em solicitações estruturais devidamente enquadradas numa faixa de tensões admissíveis, previamente estabelecidas pelos programas feitos em Pascal, para a flambagem de cada elemento.

9.4.1 Tensão Primária

A tensão primária em navios muito compridos é importante porque é gerada num grande momento fletor, o que vai determinar a definição da espessura da chapa. Porém, em navios pesqueiros com menos de 50 metros de comprimento como são os que estamos analisando, esse momento fletor não é tão grande para influenciar na determinação da espessura da chapa, o que vai determinar a espessura são as cargas que estão sobre o convés da embarcação. Por esta razão, cremos que é melhor um arranjo estrutural transversal e este tipo de arranjo é mais fácil para a fabricação destes navios. Calcula-se a tensão primaria pela seguinte fórmula:

$$\sigma_1 = \frac{M_f x Y_{ln}}{I} \quad (9.34)$$
$$\sigma_1 = \frac{M_f}{W}$$

onde:

M_f = Momento fletor máximo

Y_{ln} = Distância da linha neutra ao ponto onde se está calculando a tensão.

I = Momento de inércia do anel transversal a ser projetado

W = Módulo de resistência do anel transversal

9.4.2 Tensão Secundária

O cálculo da tensão secundária será feito com a ajuda do programa TRANSEC, deixando um espaçamento entre cavernas com uma espessura escolhida da chapa colaborante e com uma lista de perfis posta dentro do programa. A tensão secundária é calculada no perfil, considerando-se somente a tensão da flexão, mas não se leva em consideração a tensão do cisalhamento secundário, por ser este muito pequeno na composição das tensões.

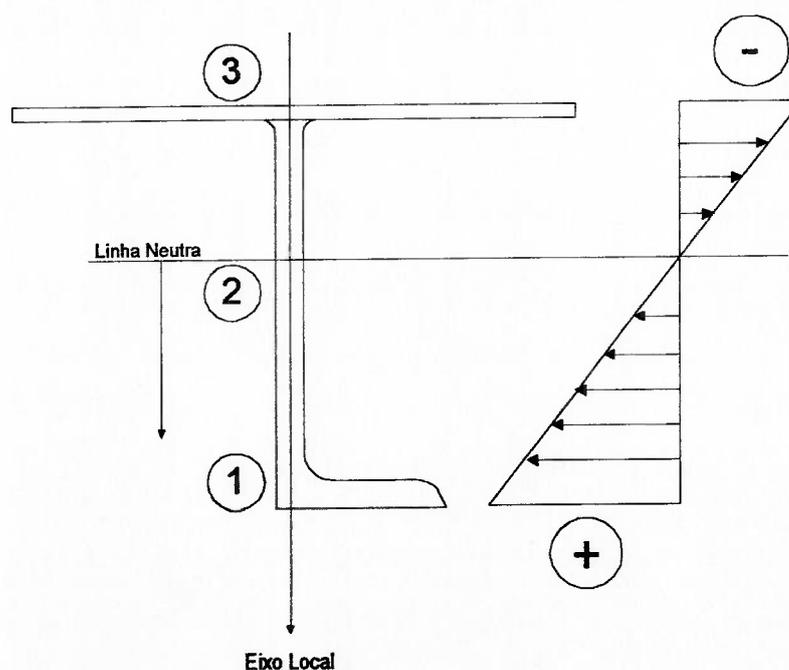


Figura 9.10 - Tensão Secundária atuante na chapa

Tudo isto foi feito seguindo-se as indicações colocadas no “Manual de Usuário do Programa Transec” [47], com o qual calculamos as tensões atuantes tanto na flange do perfil seleccionado (ponto 1), como a tensão atuante na chapa colaboradora (ponto 3). De acordo com o eixo local definido no manual do TRANSEC para os perfis, o signo das tensões secundárias serão positivas no flange e negativas na chapa colaborante como é mostrado na Figura 9.10.

9.4.3 Tensão Terciária

Devido à simetria de comportamento das placas ou chapas em relação aos apoios, será utilizado o modelo de chapas engastadas dos quatro lados, considerando deflexões pequenas comparadas com sua espessura. Para a consideração dos signos se considerará a tensão terciária como positiva quando estiver na parte de baixo da chapa colaboradora e negativa quando estiver na parte de cima da chapa, como é mostrado na Figura 9.11, sendo a tensão calculada pela seguinte fórmula:

$$\sigma_3 = K \cdot p \cdot \left(\frac{b}{t}\right)^2 \quad (9.35)$$

onde:

p = pressão lateral na chapa.

b = largura da chapa.

t = espessura da chapa.

$K =$ fator obtido para tensões em chapas retangulares sob pressão uniforme, tanto para lados engastados curtos como para compridos [48].

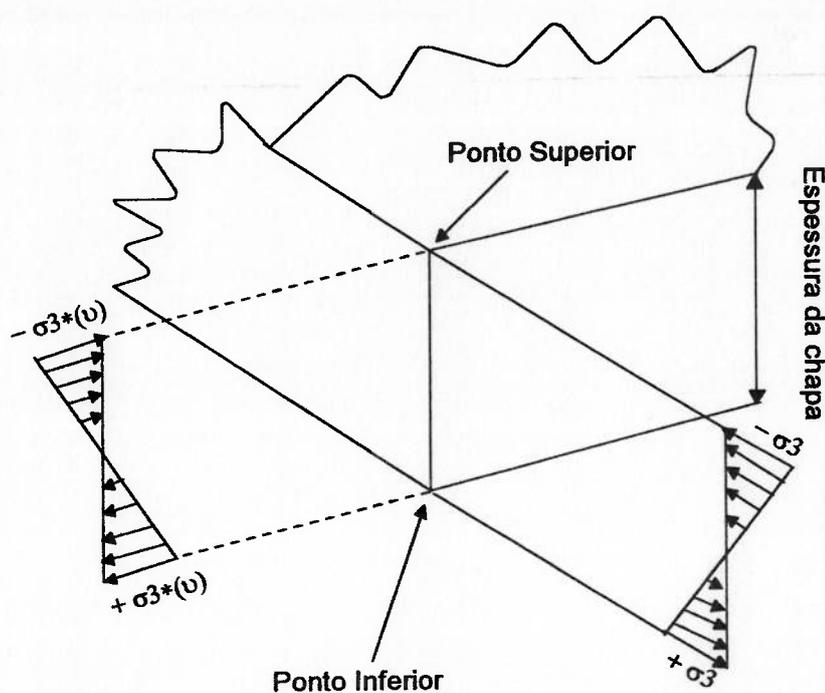


Figura 9.11 - Tensão terciária atuante na espessura da chapa

9.4.4 Cisalhamento Primário

Considerou-se uma tensão de cisalhamento primário na seção mestra, resultante da atuação de uma força cortante obtida em relação ao programa TRANSEC.

A tensão de cisalhamento primário é calculada através do programa TRANSEC porque o arranjo estrutural dos navios padrões não é só de uma célula mas sim, de duas. É por essa razão que o fluxo do cisalhamento se divide, fazendo seu cálculo pelo método tradicional, muito trabalhoso.

Para tentarmos entender como a estrutura do navio trabalha, vamos admitir que a seção mestra que estamos projetando, seja submetida às cargas de pressão, deformando-se em duas fases distintas:

a. *Primeira* - Todo o compartimento, entre anteparas, sofre uma flexão devido às cargas que sofrem tal qual uma viga com os extremos engastados. O plano que contém a seção transversal, desloca-se mantendo o seu contorno indeformado, e gira em torno de um eixo ortogonal ao comprimento do navio. Este comportamento é mostrado na Figura 9.12 e Figura 9.13, onde são descritas as condições de contorno adaptadas na média nau de cada desenho do navio escolhido. Em relação a este critério pode-se observar através do programa TRANSEC a deformação da estrutura do anel transversal.

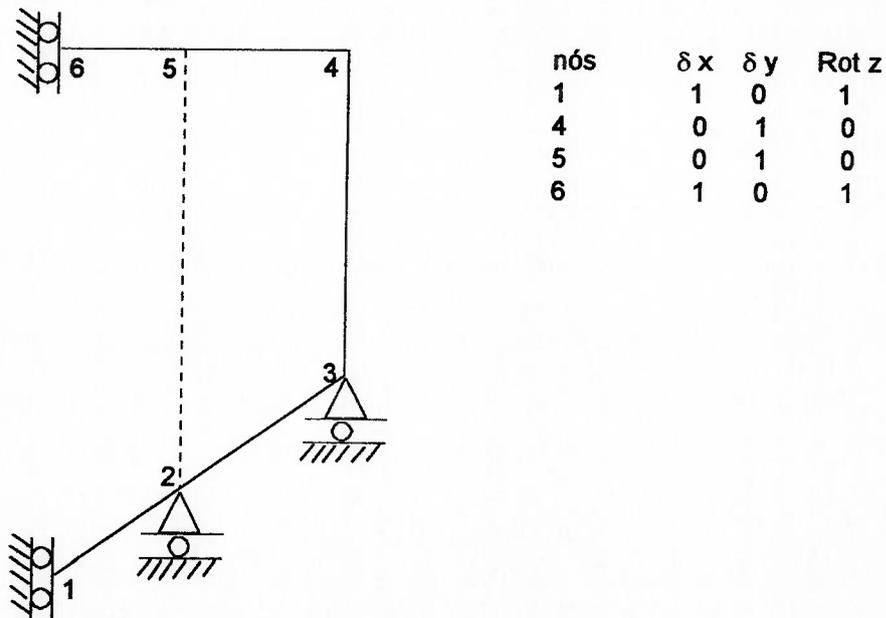


Figura 9.12 - Condições de contorno do anel estrutural do Navio 1

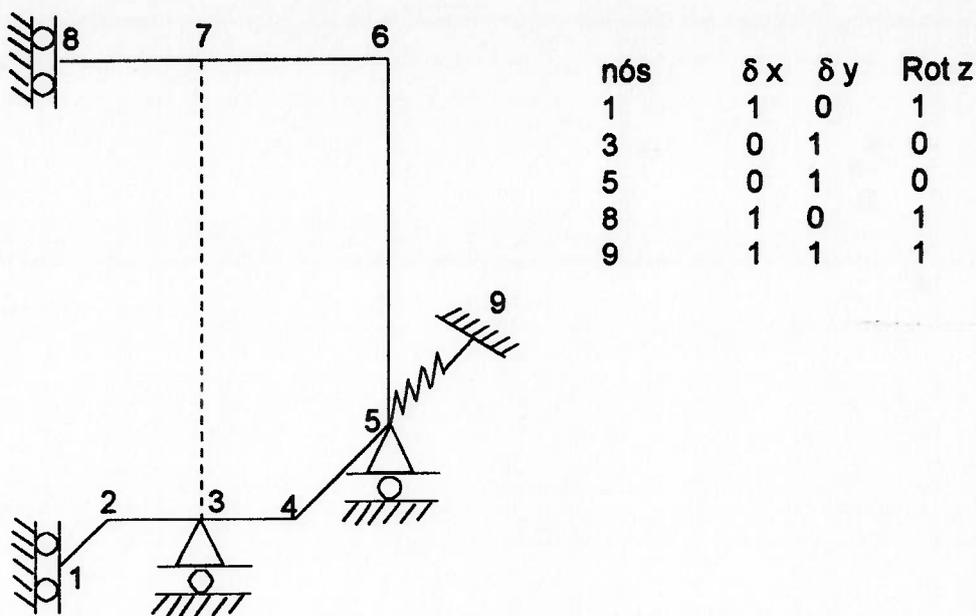


Figura 9.13 - Condições de contorno do anel estrutural do Navio 2

Nas Figura 9.14 e 9.15 aparecem desenhos feitos pelo o Transec, onde são mostradas as diferentes cargas de flexão atuantes em cada um dos elementos integrantes do anel transversal do navio pesqueiro.

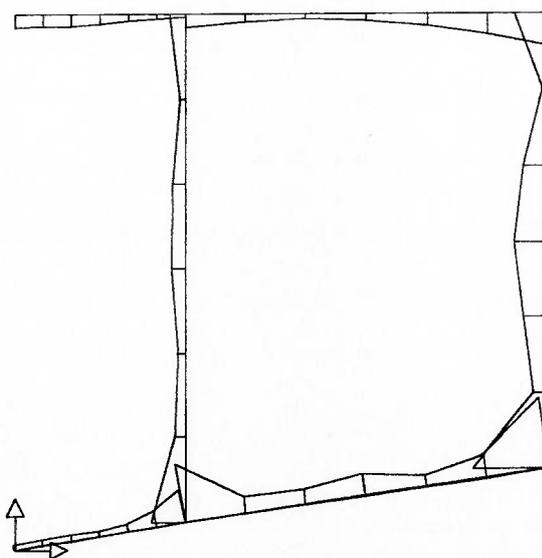


Figura 9.14 - Forças de Pressão no anel transversal do Navio 1

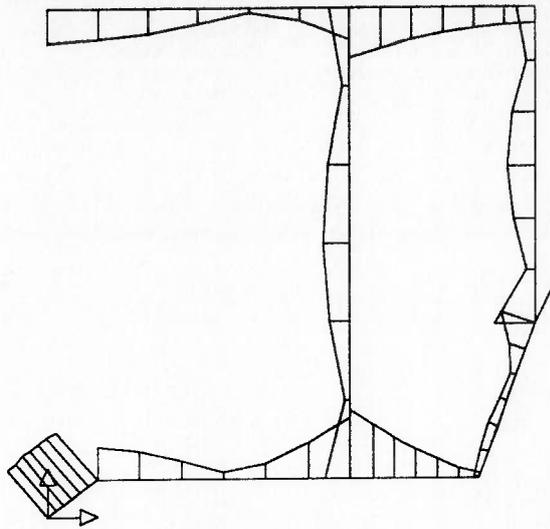


Figura 9.15 -Forças de Pressão no anel transversal do Navio 2

b. *Segunda* - A estrutura sofre uma segunda deformação, em seu próprio plano, fletindo os elementos que compõem o anel transversal do navio no projeto. Nas Figuras 9.16 e 9.17, mostramos as cargas resultantes das forças de cisalhamento tanto no Navio 1 como no Navio 2.

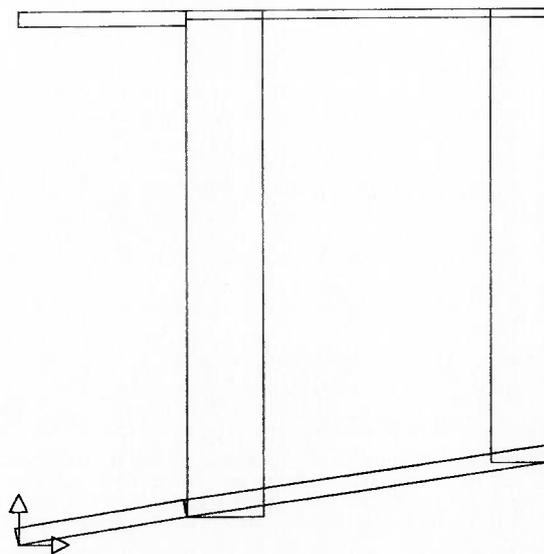


Figura 9.16 - Forças de Cisalhamento no Anel Transversal do Navio 1

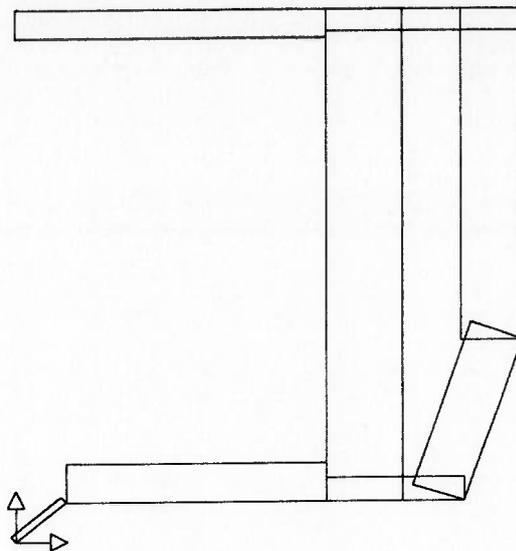


Figura 9.17 - Forças de Cisalhamento no Anel Transversal do Navio 2

Devido à atuação destas duas forças no anel transversal são levadas em consideração as diferentes

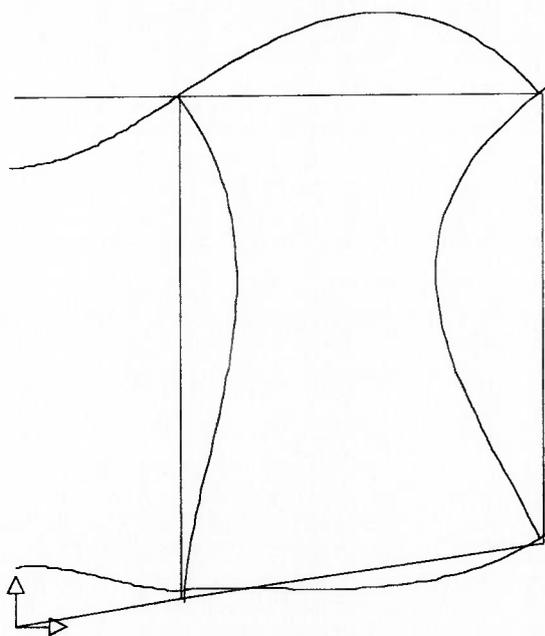


Figura 9.18 - Deformação da Estrutura Transversal do Navio 1

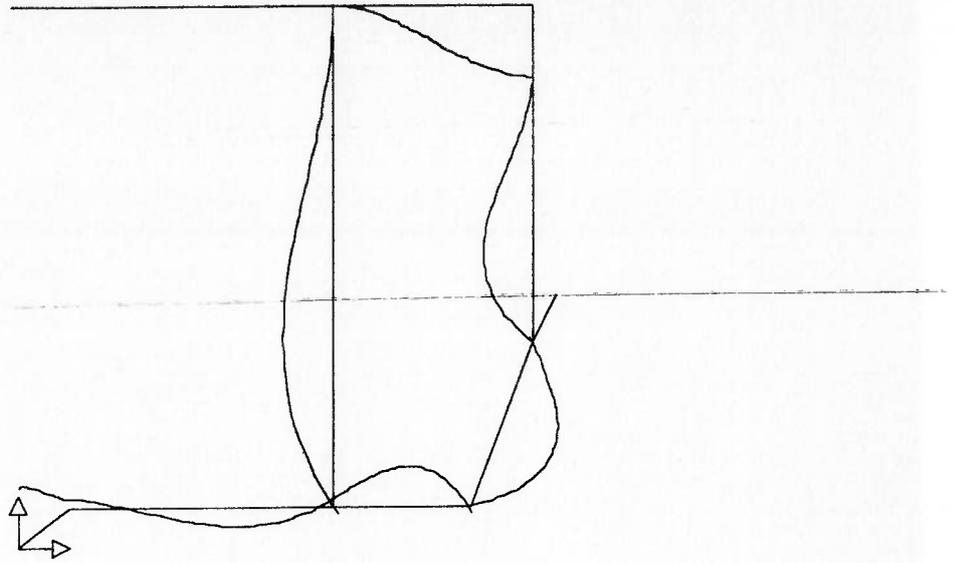


Figura 9.19 - Deformação da Estrutura Transversal do Navio 2

tensões admissíveis para poder-se projetar corretamente a estrutura do navio e que não possa sofrer um deslocamento; esta situação é calculada e simulada pelo TRANSEC e é mostrada de forma gráfica através das Figuras 9.18 e 9.19:

9.5 Forças Cortantes Verticais Devido a Ondas

Para a determinação do sentido das forças verticais devido a ondas, adotar-se-à convenções de signos, onde as forças cortantes verticais em alquebramento serão positivas e as forças cortantes verticais em Tosamento serão negativas conforme é mostrado nas Figuras 9.20 e 9.21:

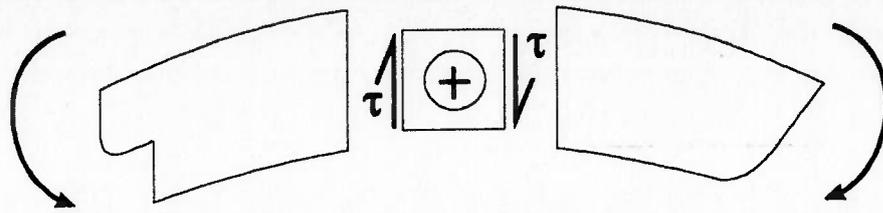


Figura 9.20 - Força Cortante em Alquebramento

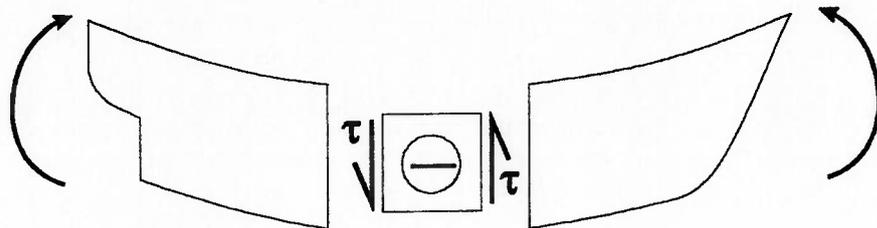


Figura 9.21 - Força Cortante em Tosamento

$$Q_w = \frac{M_w}{L_w l} \cdot C_Q \quad (KN) \quad (9.36)$$

onde:

M_w = Valor médio de momentos fletores devido a ondas em condição de Alquebramento e Tosamento em (Kn.m) na seção média

C_Q = Fator de distribuição sobre o comprimento do navio para a força cortante devido à onda segundo a Tabela 9.2.

M_w = (Momento de Alqueb. + Momento de Tosa.) ÷ 2

A força cortante deve ser distribuída sobre todo o comprimento ($L_w l$) do

navio como é mostrado na Figura 9.22, e na seguinte fórmula:

$$Q_w = \frac{M_w}{Lwl} \cdot CQ \quad (KN) \quad (9.36)$$

CONDIÇÃO	FATOR DE DISTRIBUIÇÃO
$\frac{X}{Lwl} = 0 \text{ e } 1$	CQ = 0
$\frac{X}{Lwl} = 0.20 \text{ e } 0.30$	CQ = 3
$\frac{X}{Lwl} = 0.45 \text{ e } 0.55$	CQ = 1.8
$\frac{X}{Lwl} = 0.75 \text{ e } 0.85$	CQ = 3.2

Tabela 9.2 - Distribuição da força cortante vertical no comprimento do Navio

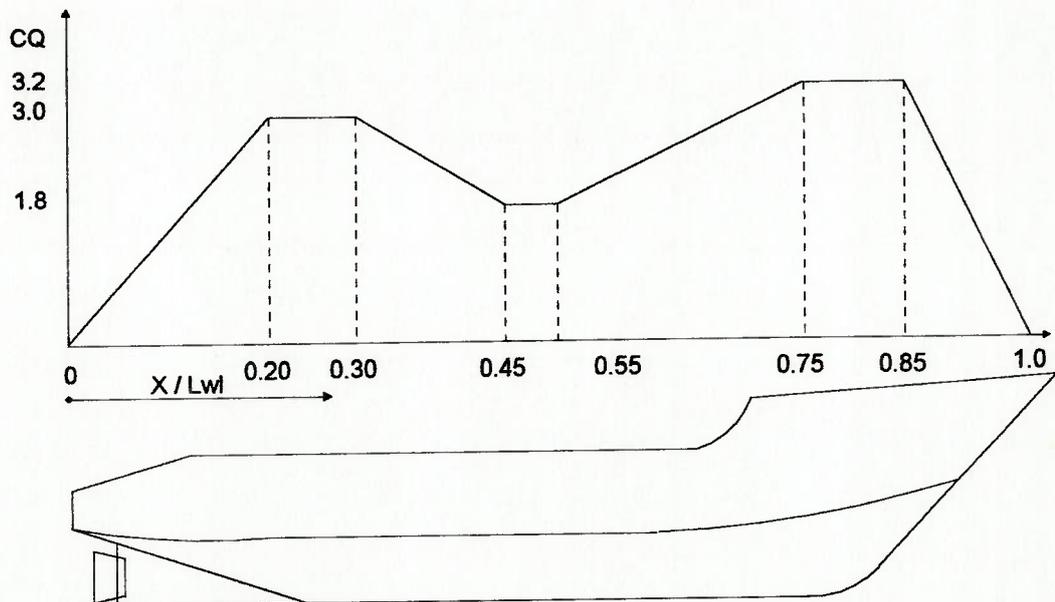


Figura 9.22 - Distribuição das forças cortantes verticais devido a ondas no comprimento do Navio

Os limites ou coeficientes de segurança contra a flambagem:

- Chapas Isotrópicas \Rightarrow Fator de segurança(ν) \Rightarrow 1.20
- Chapas Ortotrópicas \Rightarrow Fator de segurança(ν) \Rightarrow 1.70
- Grelha ou Pannel \Rightarrow Fator de segurança(ν) \Rightarrow 1.35
- Autuante $< \sigma_1$ Limite

9.7 Margens de Corrosão

Admitiu-se como margens de corrosão os seguintes valores, considerando a vida útil do navio pesqueiro como tendo 20 anos:

- Fundo e Linha de água \Rightarrow 1.5 mm
- Costado e convés exposto \Rightarrow 0.6 mm
- Outros convés \Rightarrow 0.3 mm

9.8 Cisalhamento em Perfis

O valor das tensões de cisalhamento nos perfis não foram considerados para a composição de tensões, por serem os mesmos desprezíveis, no caso do navio pesqueiro, em comparação com as demais tensões existentes.

9.9 Flambagem de Chapas Isotrópicas Simples

São consideradas chapas simples as que não possuem reforços, como por exemplo, as unidades de chapeamento limitadas por vaus e anteparas, de acordo com a Figura 9.23:

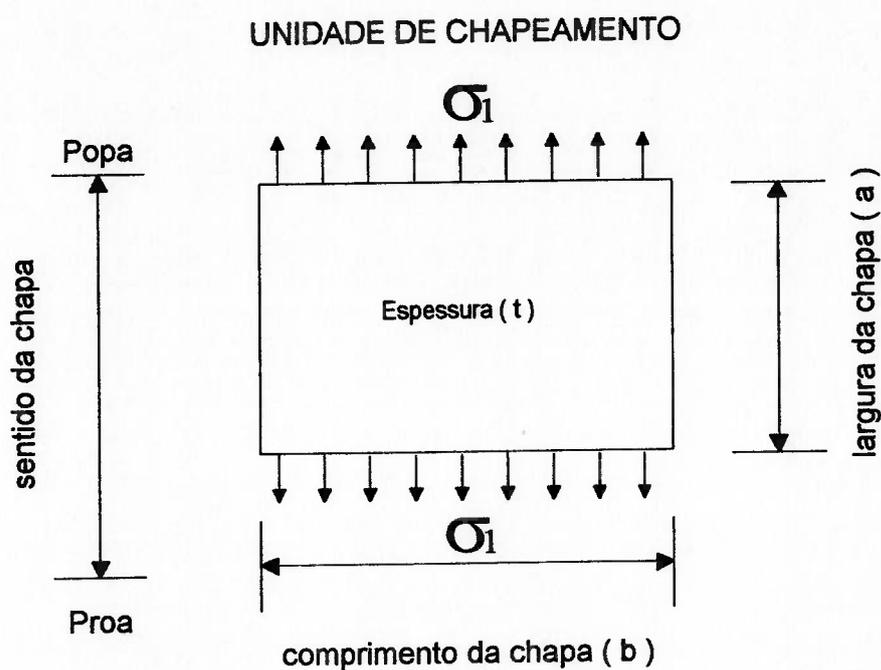


Figura 9.23 - Orientação da unidade de chapeamento

A verificação, quanto à flambagem das mesmas, é feita efetuando-se os seguintes cálculos:

Tensão crítica de flambagem:

$$\sigma_{critica} = K_{\sigma} \cdot \sigma_e \quad (9.37)$$

$$\tau_{critica} = K_{\tau} \cdot \sigma_e \quad (9.38)$$

onde:

$$\sigma_e = \frac{\pi^2}{12(1-\nu^2)} \cdot E \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = \text{Tensão de referência (Euler)} \quad (9.39)$$

E = módulo de Elasticidade do Aço

t = espessura

b = largura da chapa

K_σ, K_τ = coeficientes de flambagem

Para o cálculo da flambagem, onde o comportamento que interessa é aquele devido à compressão, pode-se considerar as chapas simplesmente apoiadas nos quatro lados. Partindo deste critério teremos como resultado os seguintes coeficientes de flambagem:

$$\alpha \geq 1 \Rightarrow K_\sigma = 4.0 \quad (9.40)$$

$$\Rightarrow K_\tau = 5.34 + \frac{4.0}{\alpha^2} \quad (9.41)$$

$$\alpha < 1 \Rightarrow K_\sigma = \left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2 \quad (9.42)$$

$$\Rightarrow K_\tau = 4.0 + \frac{5.34}{\alpha^2} \quad (9.43)$$

onde:

$\alpha = a/b$ é a relação entre os lados da chapa

Nos casos em que há tensões de compressão e cisalhamento agindo ao mesmo tempo na chapa, tem-se:

$$\sigma_{eq} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}}{\frac{1}{4} \times \frac{\sigma}{\sigma_{critica}} + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \times \frac{\sigma}{\sigma_{critica}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{critica}}\right)^2}} \quad (9.44)$$

Tensão de flambagem real ($\sigma_{critica\ real}$):

A tensão real de flambagem ($\sigma_{critica\ real}$) deve ser calculada de acordo com a

Tabela 9.3:

$\sigma_{critica} \leq 0.6 \times \sigma_{esc}$	$\sigma_{critica\ real} = \sigma_{critica}$
$0.6 \times \sigma_{esc} < \sigma_{critica}$ $\sigma_{critica} \leq 2.04 \times \sigma_{esc}$	$\sigma_{criticreal} =$ $\sigma_{esc} \times \left(1.474 - 0.677 \times \sqrt{\frac{\sigma_{esc}}{\sigma_{critica}}} \right)$
$2.04 \times \sigma_{esc} \leq \sigma_{critica}$	$\sigma_{critica\ real} = \sigma_{esc}$

Tabela 9.3 - Tensão de Flambagem Real

Verificação do fator de segurança em relação à flambagem da chapa:

$$\frac{\sigma_{critica\ real}}{\sigma_{Von\ Mises}} \geq 1.20 \quad (9.45)$$

Se a chapa tiver comportamento de viga, ou seja:

$$\frac{1}{\alpha^2 \times K \sigma} > 0.5 \Rightarrow \text{a segurança em relação à flambagem deve ser aumentada em 36\%.} \quad (9.46)$$

9.10 Flambagem da Grelha Ortotrópica

Como grelha deve-se entender uma unidade de chapeamento situada entre anteparas, com reforços transversais, de acordo com a Figura 9.24:

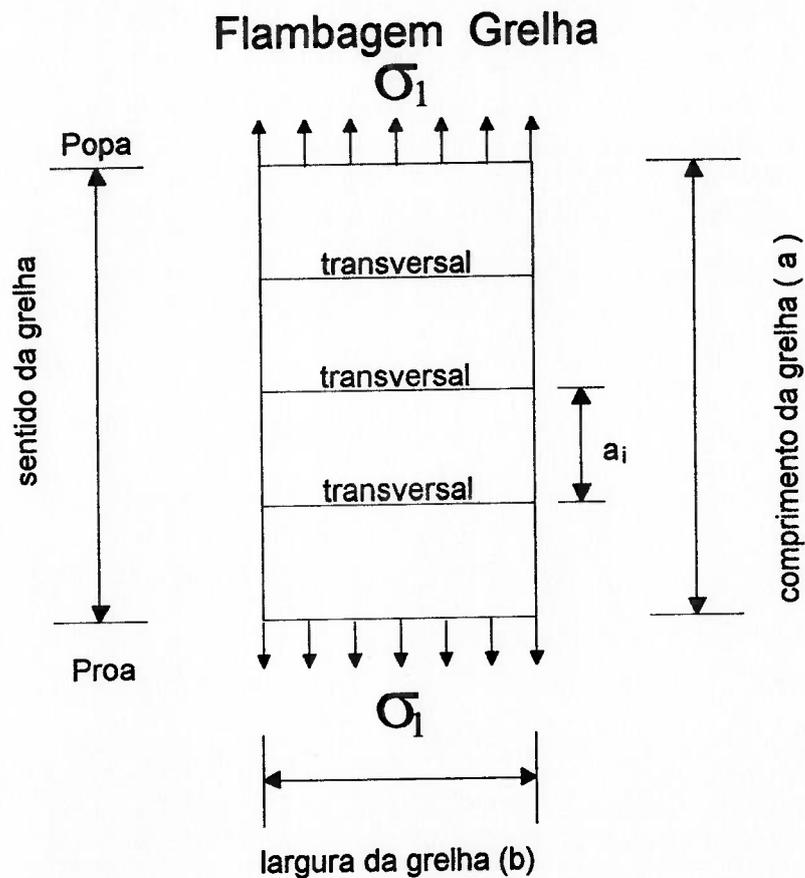


Figura 9.24 - Orientação da Grelha do Navio pesqueiro

Para uma compressão constante a que é submetida a grelha, a tensão crítica de flambagem deve ser calculada em relação à seguinte fórmula:

$$\text{Para } \frac{1}{\alpha^2 \cdot K\sigma} > 0.5$$

$$\sigma_{critica} = 2N \left(1 + \sqrt{N_x N_y} \right) \quad (N/mm^2) \quad (9.47)$$

$$\text{Para } \frac{l}{b} \cdot 4 \sqrt{\frac{N_y}{N_x}} \geq 1$$

$$\sigma_{critica} = N \left(2 + N_x \left(\frac{b}{a} \right)^2 + N_y \left(\frac{a}{b} \right)^2 \right) \quad (N/mm^2) \quad (9.48)$$

onde:

$$N = \frac{0.186E5 \cdot t^3}{t \cdot B^2} \quad (N/mm^2) \quad (9.49)$$

$$N_x = \frac{1.096E5 \cdot J_x}{b \cdot t^3} + 1 \quad (9.50)$$

$$N_y = \frac{1.096E5 \cdot J_y}{a \cdot t^3} + 1 \quad (9.51)$$

J_x = Momento de inércia do perfil longitudinal incluindo a chapa colaboradora (cm^4).

J_y = Momento de inércia do perfil transversal incluindo a chapa colaboradora (cm^4).

a = comprimento da grelha, em (mts).

b = largura da grelha, em (mts).

a_i = espaçamento dos transversais, em (mm)

t = espessura do chapeamento, em (mm).

l = vão sem apoio do perfil, em (mts).

Para efeito de cálculo de uma estrutura transversal, em relação a que está sendo considerada, os seguintes termos equivalem a zero:

$J_x = 0 \Rightarrow$ a nossa estrutura não possui perfis longitudinais.

$N_x = 1 \Rightarrow$ porque $J_x = 0$.

$l = 0 \Rightarrow$ o vão sem apoio l é o comprimento dos reforços entre duas vigas de apoio ou seus comprimentos, incluindo as fixações de extremidade que são as borboletas.

Os perfis devem ser feitos como se segue, de acordo com a simetria da Figura 9.25, em uma tabela feita em ordem crescente conforme seu módulo de resistência transversal [49]:

onde:

a_i = largura da chapa colaborante, em (mm)

t = espessura da chapa colaborante, em (mm)

h = alma de perfil, em (mm)

t_h = espessura da alma, em (mm)

f = flange do perfil, em (mm)

t_f = espessura do flange, em (mm)

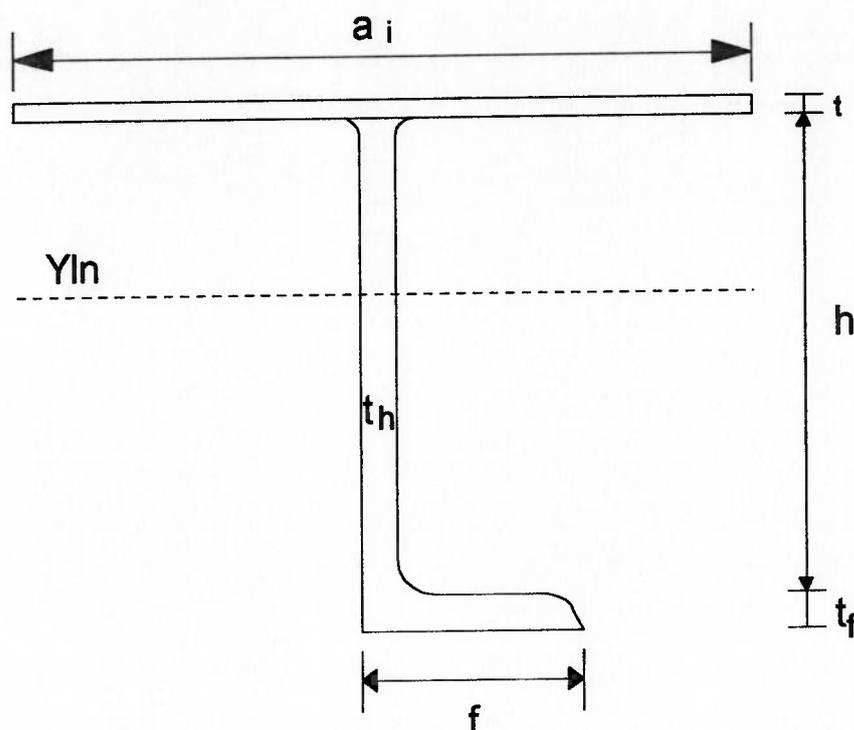


Figura 9.25 - Dimensionamento do Perfil com chapa colaborante

9.11 Estrutura Transversal

Para a síntese da estrutura transversal, utilizou-se o programa TRANSEC que, por sua vez, utiliza um modelo bidimensional em lugar dos modelos

tridimensionais mais divulgados, visando uma redução do tempo de execução desta tarefa.

A estrutura transversal do navio pesqueiro enquadra-se na categoria de comportamento secundário, onde os elementos longitudinais sofrem flexão entre anteparas, sendo estas consideradas como indeformáveis.

O modelo proposto pelo programa, consiste em retirar-se uma fatia do compartimento entre anteparas que contenha um anel da estrutura, de modo a reduzir o problema do tridimensional para bidimensional.

Para que o modelo seja consistente, deve-se fazer com que a fatia retirada interaga com o restante da estrutura. Isto é feito considerando-se que os longitudinais leves, por ter rigidez à flexão pequena em relação à dos anéis, apoiem-se nos últimos, enquanto que os longitudinais pesados são considerados como apoios elásticos para o anel.

A constante elástica relativa ao longitudinal pesado é calculada pela teoria simples de vigas, considerando-se que o mesmo encontra-se engastado nas duas anteparas que limitam o compartimento, chegando-se à seguinte expressão, para um anel localizado no centro do compartimento:

$$K = 192 \cdot \frac{EI}{L^3} \quad (9.52)$$

onde:

I = Momento de inércia do perfil mais chapa colaboradora

L = Distância entre anteparas

Para completar o modelo, falta definir a interação do anel com o chapeamento, o que pode ser entendido como se o compartimento analisado fosse uma viga submetida à flexão de onde foi retirado um pedaço, conforme os desenhos das Figuras 9.26 e 9.27:

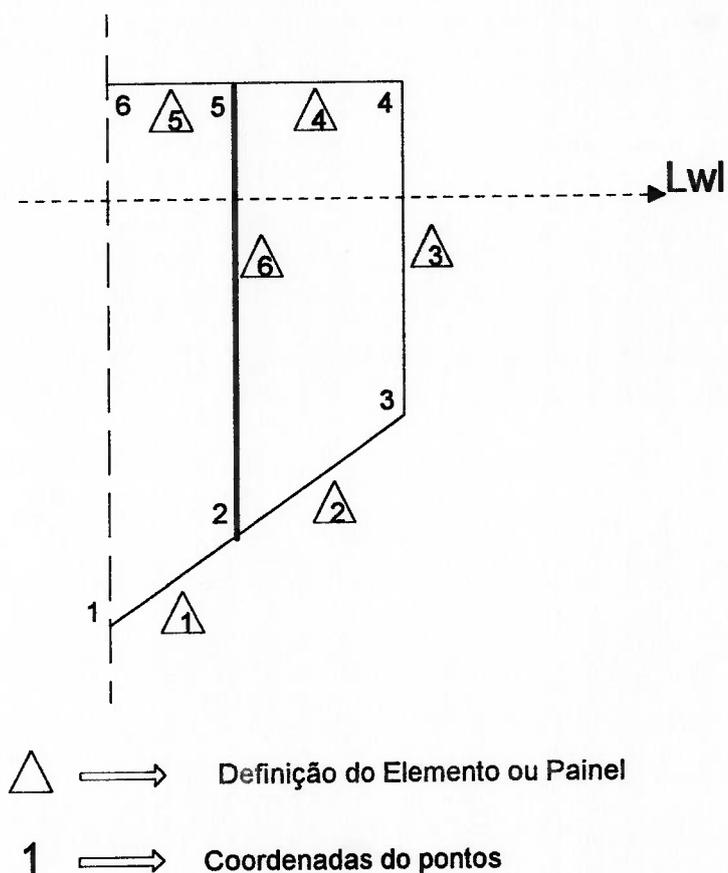


Figura 9.26 - Desenho do anel estrutural do Navio 1

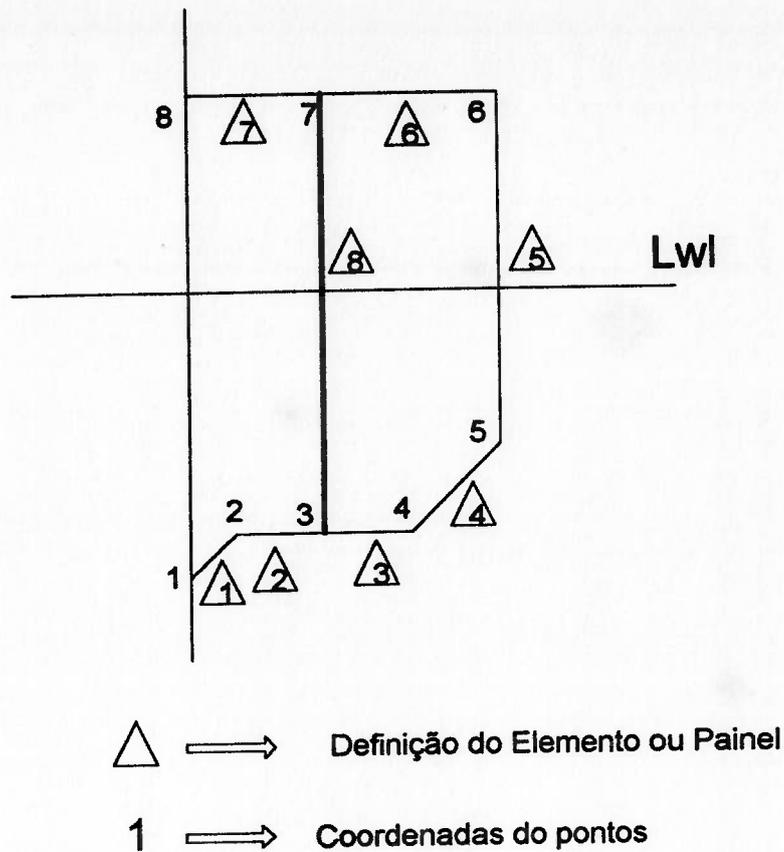


Figura 9.27 - Desenho do anel transversal do Navio 2

Como na teoria simples de viga no plano, a resultante das forças na fatia isolada deve ser equilibrada pela resultante das tensões de cisalhamento, levando à conclusão de que além das cargas de pressão agem uma série de tensões cisalhantes ao longo do chapeamento, com distribuição idêntica a das tensões de cisalhamento primária.

Cabe ainda ressaltar que os deslocamentos de uma fiada de chapas em seu plano são pequenos, o que tornam costados e convés extremamente rígidos a deslocamentos tangenciais à chapa. Esta rigidez é considerada no modelo, através de elementos de mola, de forma análoga aos descritos para os longitudinais pesados.

9.12 Composição de Tensões

A composição de tensões foi feita seguindo-se o formato recomendado, de forma que sejam calculadas as tensões pelo critério de VON MISES, para todos os painéis estruturais do navio pesqueiro nos pontos mostrados pelas seguintes figuras:

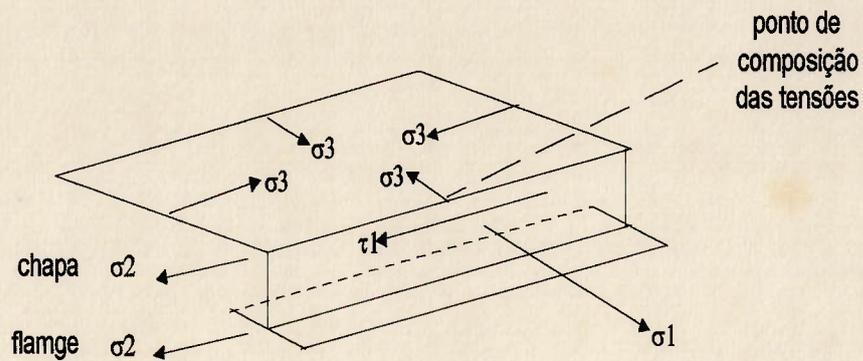
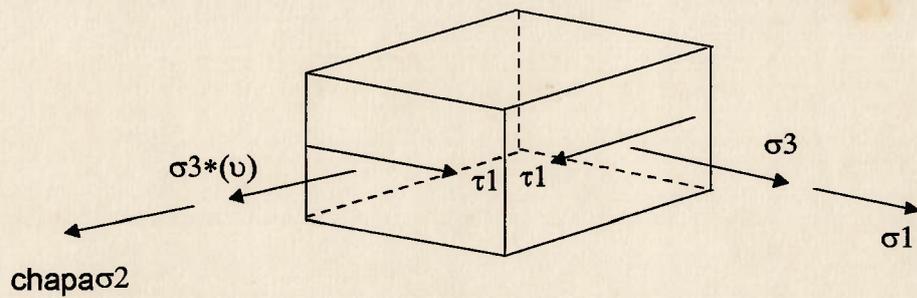


Figura 9.28 - Distribuição de tensões num ponto da chapa



$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_1 + \sigma_3 \\ \sigma_y &= \sigma_2 + \sigma_3 \cdot \nu \\ \sigma_{eq} &= \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + 6\tau_1^2}{2}} \end{aligned}$$

Figura 9.29 - Cubo das tensões tanto no Ponto1 como no Ponto2

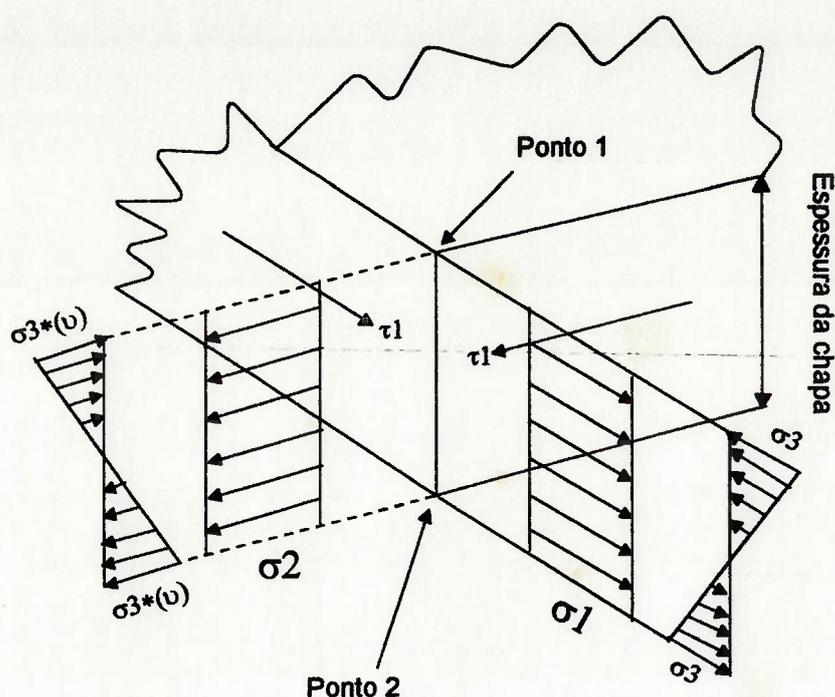


Figura 9.30 - Tensões atuantes na espessura da chapa

9.13 Definição da Estrutura do Navio Pesqueiro

Para o cálculo das tensões primárias, não foram consideradas as seguintes partes da seção transversal, segundo HUGHES[50]:

- a. Uma faixa de largura $b-b_m$ a partir da linha de centro do navio pesqueiro, é realizada conforme mostra a Figura 9.31, para ambos os bordos, nos convés, duplo-fundos e semelhantes, quando estes não são apoiados por anteparas longitudinais.

$$\frac{b_m}{b} = \tanh\left(0.12 \cdot \frac{L}{b}\right) \quad (9.53)$$

onde:

L = Comprimento do convés

b = Metade da largura do convés

Esta faixa é desconsiderada devido ao efeito de “shear Lag”, ou seja, as tensões que aparecem nos pontos onde há maior interação entre o convés e as cavernas são maiores que as tensões no centro do convés, possuindo distribuição diferente daquela considerada pela teoria simples de vigas. A retirada desta faixa torna o modelo mais próximo da realidade.

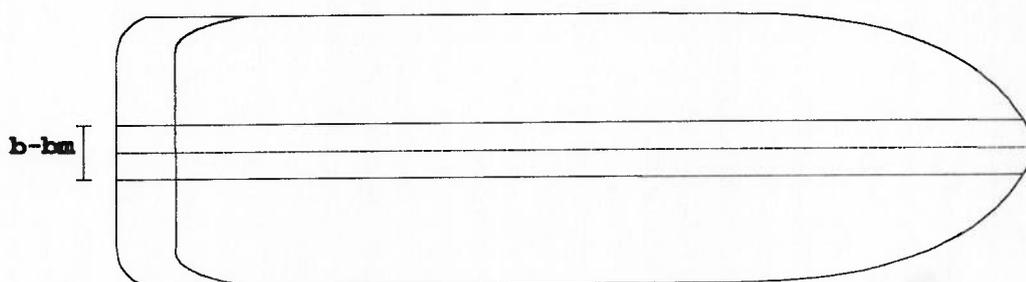


Figura 9.31 - Faixa não Considerada para Cálculo de Tensão Primária

b. Aberturas e regiões situadas dentro das regiões de sombra, definidas pelo desenho que se encontra no convés conforme é mostrado na Figura 9.32.

As regiões de sombra podem ser entendidas pensando-se no fluxo de tensões, como sendo um curso de água que tende a se desviar de obstáculos, que no caso são as aberturas. Estas regiões são definidas a partir de um ângulo de 15° tomando-se a linha de centro da abertura de cada um dos desenhos, que são levados em consideração.

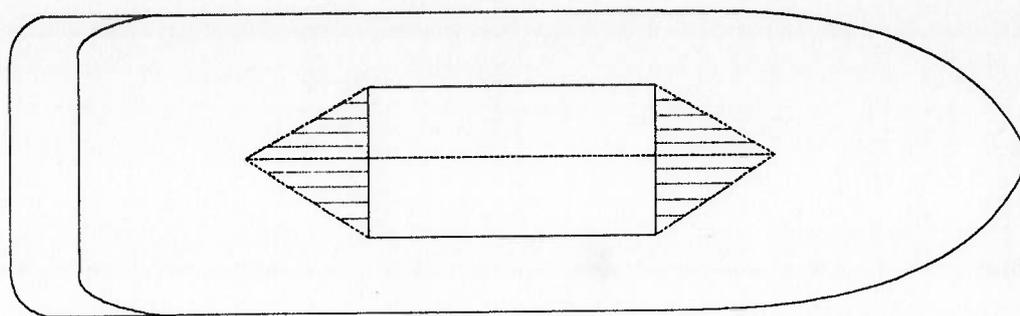


Figura 9.32 - Região de Efeito de Sombra de Tensões no convés

9.14 Definição dos Resultados da Análise Estrutural do Navio

Pesqueiro

O arquivo desenvolvido, onde são localizados todos os resultados da análise estrutural é chamado pelo nome de INTEGRA.SAI. Este arquivo foi feito para mostrar de maneira fácil e estruturada todos os resultados úteis para o projetista. Neste arquivo é descrita a seção transversal do navio em estudo - seis partes-, como é mostrado na continuação:

- **Incidência dos Elementos:** Nesta parte são enumerados cada painel que participa da estrutura do anel, mostrando sua incidência tanto no começo (chamado de i), como onde termina (chamado de j). Aqui também são mostradas as cargas atuantes em cada painel.
- **Tensões Atuantes:** Nesta parte são mostradas todas as tensões que atuam tanto na chapa colaboradora como no perfil de cada painel da estrutura, como:

- Tensão Primária em Alquebramento(σ_{1Alq})
- Tensão Primária em Tosamento (σ_{1To})
- Tensão de Cisalhamento Primário em Alq. (C1_{Alq})
- Tensão de Cisalhamento Primário em Tos. (C1_{To})
- Tensão Secundária na Chapa Colaborante..... (σ_{2ch})
- Tensão Secundária no Flange (σ_{2fg})
- Tensão Terciária Longitudinal (σ_{3Long})
- Tensão Terciária Transversal..... ($\sigma_{3Tran.}$)
- **Tensões Equivalentes:** São mostradas as tensões equivalentes ao critério de VON MISES, tanto no lado Transversal como no Longitudinal. Em ambos lados a tensão é calculada tanto em cima como embaixo da chapa colaboradora.
 - **Dados dos Perfis** Os perfis que foram selecionados pelo programa TRANSEC do banco de perfis, e calculados para cada painel, de acordo com a tensão atuante em cada um deles. Neste arquivo são registrados seus elementos básicos como: Alma, Espessura da Alma, flange e Espessura do flange.
 - **Longitude e Peso do Anel:** Nesta parte são mostradas as longitudes de cada painel conforme a estrutura transversal, assim como o peso de cada um deles. O peso final é dado pela somatória de todos os painéis dividido pelo espaçamento

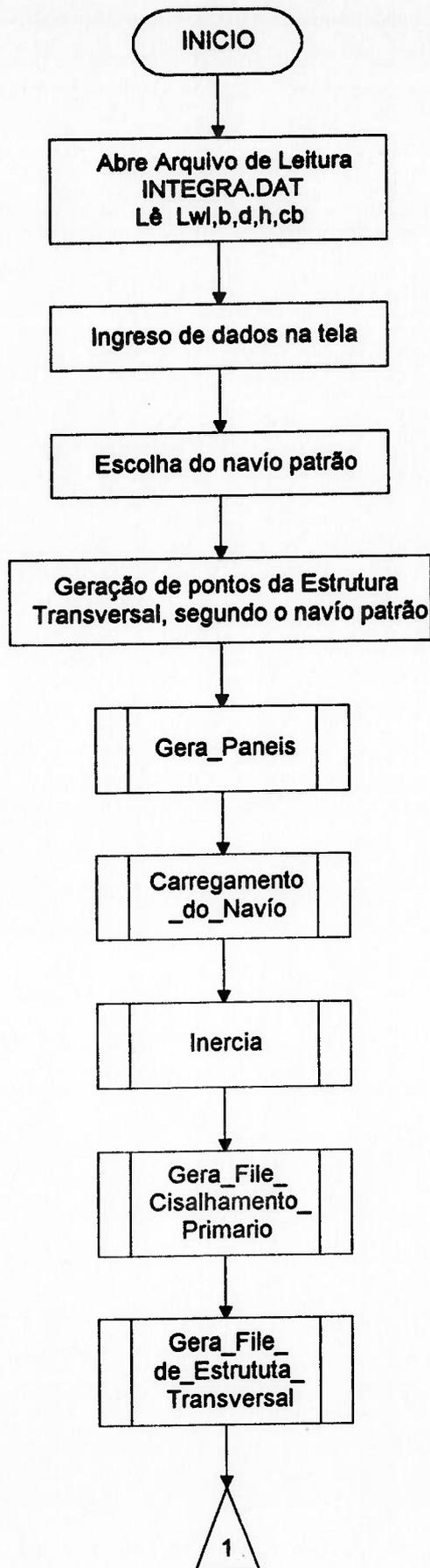
entre cuadernas.

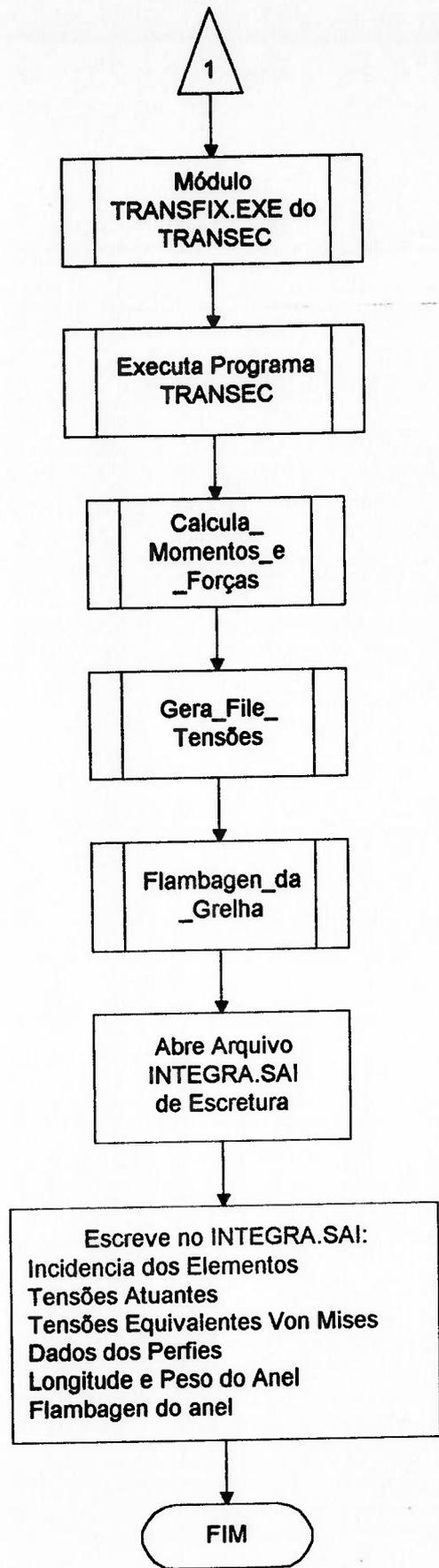
- **Flambagem do Anel:** Neste último ponto, cada painel é analisado segundo a norma da “Lloyd Germany Register”, para flambagem, tanto da chapa como da grelha. Assim, é nomeada a localização que ocupa cada um deles, dentro da estrutura transversal.

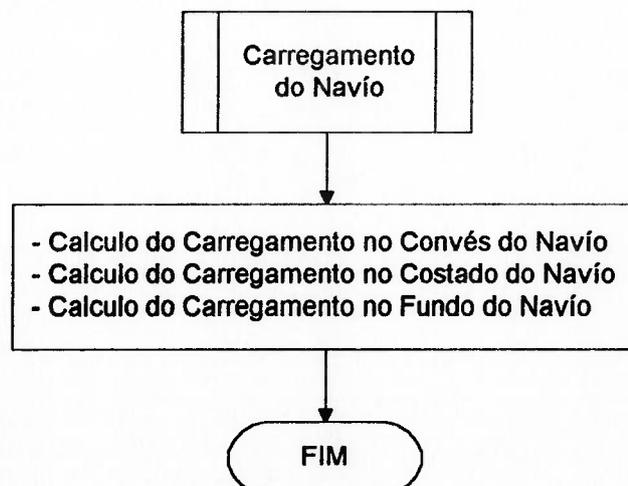
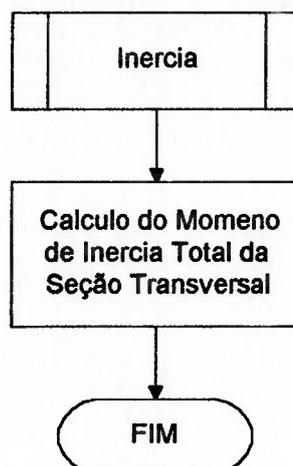
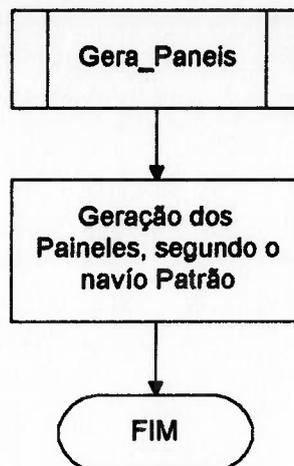
9.15 Fluxograma do Programa Cálculo Estrutural

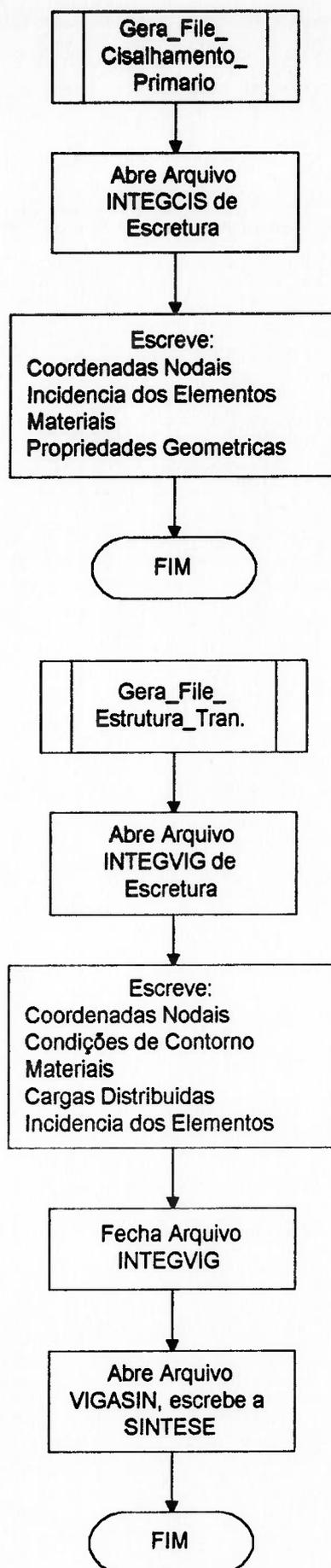
O fluxograma do programa do Cálculo Estrutural é apresentado na Figura

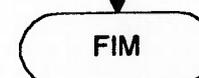
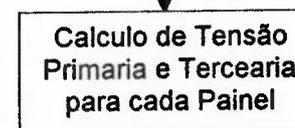
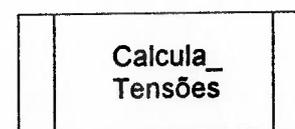
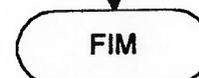
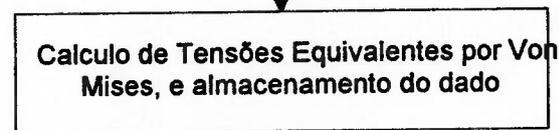
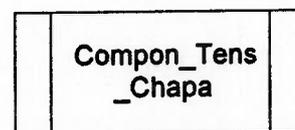
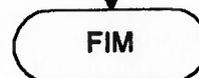
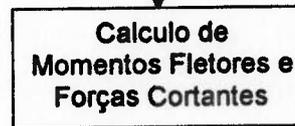
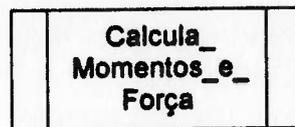
9.33.

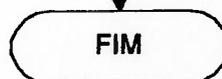
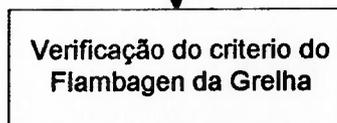
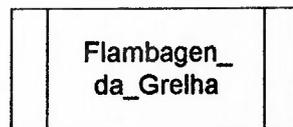
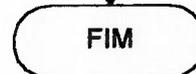
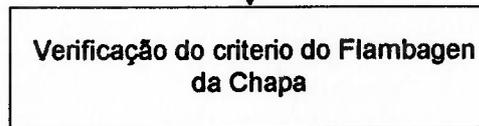
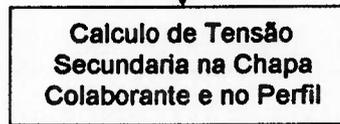
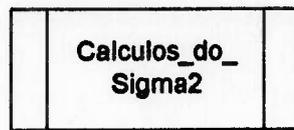


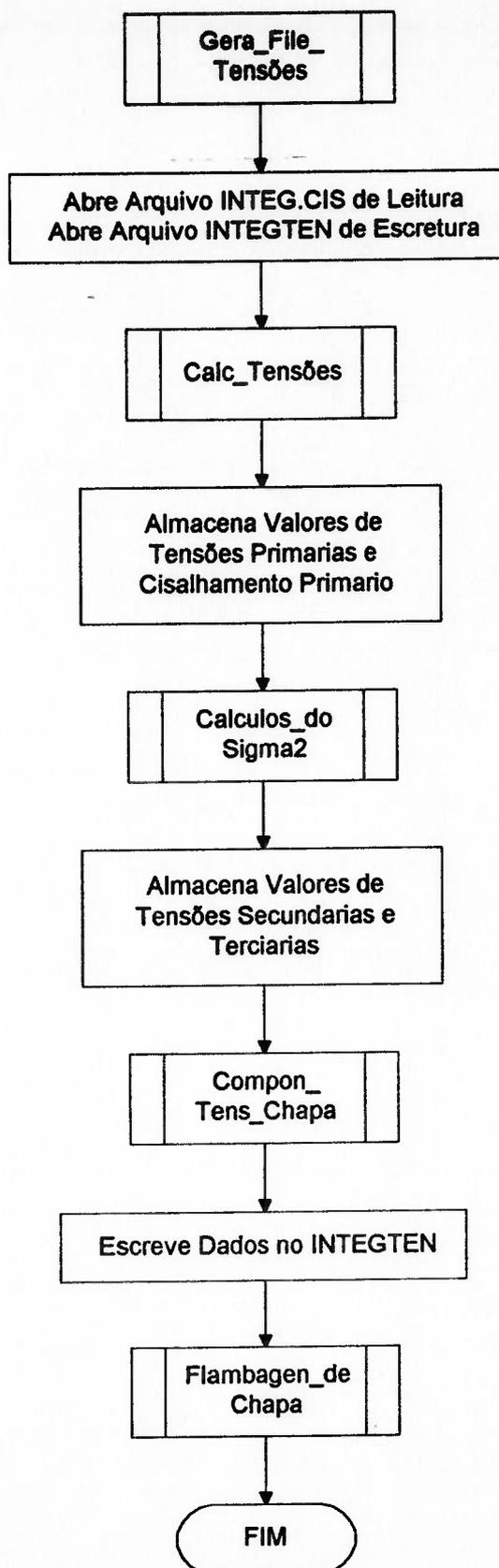












CAPITULO 10

10. ARRANJO GERAL

10.1 Aspectos Gerais

O navio pesqueiro pode ser considerado como uma plataforma, na qual se recolhem os peixes, cuidando do seu processamento e armazenamento. O navio deverá ser projetado de tal maneira, que a operação de pesca seja levada a cabo rapidamente e sem inconvenientes. Uma vez terminada a operação, deve permitir que o produto da pesca seja levado a bordo, processados e encaminhados ao porão sem demora.

Ao mesmo tempo, o navio deverá ser suficientemente resistente para sustentar todos os aparelhos necessários e os peixes, recolhendo-os e processando-os. Terá que ser segura, para permitir a continuação do trabalho com a maior segurança e conforto.

Finalmente, o porão deverá ser suficientemente grande para suportar uma pesca ótima; o motor deverá ser poderoso para conduzir o navio à velocidade mais adequada durante a pesca e nas condições em que se navegue à velocidade de serviço. Os tanques de combustível deverão ser grandes para conter o combustível necessário para a jornada de pesca.

Este capítulo não intenta analisar todas estas exigências. Os assuntos relativos à resistência, estabilidade, potência e capacidade foram tratadas

anteriormente. O que se trata neste capítulo é considerar o arranjo funcional do convés do navio, em relação às operações de pesca que se desenvolvem ali e relacionar isto com a montagem dos aparelhos de pesca no convés, assim como os espaços das máquinas, porões e alojamentos que se encontram embaixo.

10.2 Tipos de Arranjos do Convés

No capítulo 1, foram descritos os diferentes tipos de pesca. Para a planificação do arranjo do convés faz-se necessário considerar mais minuciosamente o efeito que cada método tem, com respeito à localização dos tanques e dos diferentes aparelhos de pesca. Considerando-se em primeiro lugar, a distribuição das atividades desenvolvidas no convés segundo J. FYSON [1], podemos dividir o plano do convés em cinco áreas principais:

1. Convés de popa
2. Convés laterais
3. Super-estrutura
4. Lugar do trabalho principal
5. Proa.

Nas figuras seguintes podemos observar a disposição destas cinco zonas, de acordo com a localização da super-estrutura, na proa conforme a Figura 10.1 ou na popa como mostra a Figura 10.2:

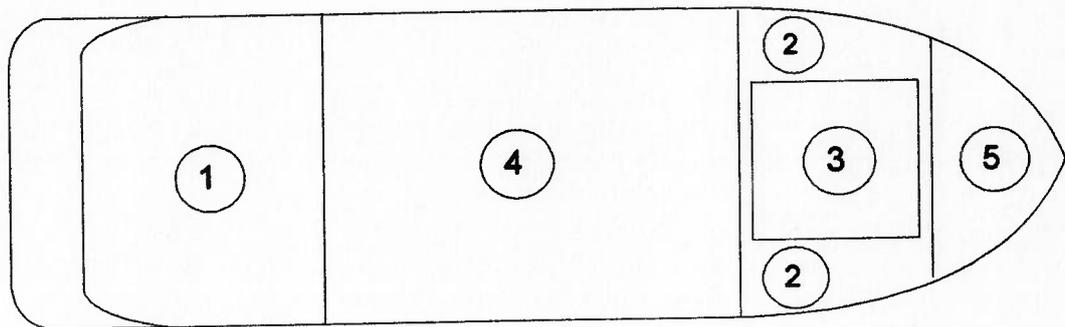


Figura 10.1 - Arranjo do Convés com Super-Estrutura na Proa

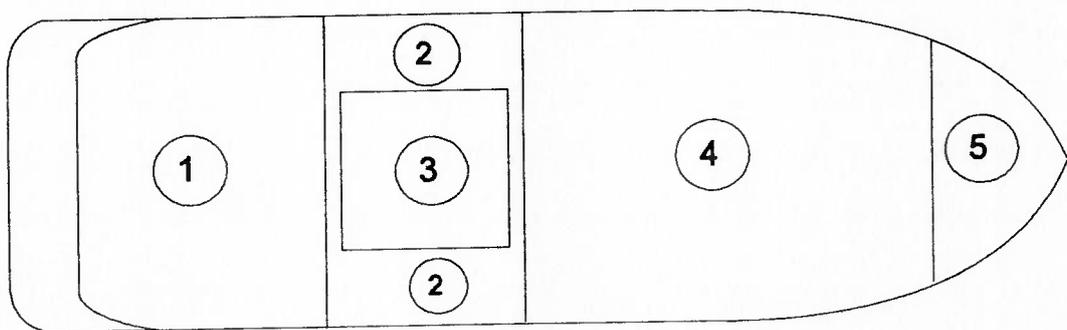


Figura 10.2 - Arranjo do Convés com Super-Estrutura na Popa

Nós assumiremos, nos dois tipos de arranjos, sempre a super-estrutura na proa (estilo americano).

Em alguns casos, os arranjos estão baseados nas preferências tradicionais, mas por outro lado, as atividades principais executadas sobre o convés tem importância muitas vezes decisiva na escolha do arranjo final. Estas atividades principais são:

1. Operação de guinchos ou outro equipamento para o içamento de aparelhos;
2. Trabalho com pesos grandes como portas de arrasto ou aros de redes de cerco;
3. Trabalho com redes ou outros aparelhos de pesca;
4. Carga do produto da pesca;
5. Trabalho com o produto da pesca;
6. Descarregamento do produto da pesca.

O projetista deve ter em conta as diferentes áreas de trabalho intensivo dos aparelhos de pesca, preparação e limpeza dos peixes, armazenamento da pesca no porão. Ao mesmo tempo, devem ser consideradas as manobras do navio e os aparelhos, tipo e ubiquação do guincho, operação de aparelhos, segurança e proteção contra problemas de clima. Finalmente, deve-se considerar a ubiquação da super-estrutura e o campo de visão do capitão, desde sua posição normal na ponte até à estação de controle dos aparelhos.

10.3 Partes Mais Importantes na Distribuição do Navio

10.3.1 Porão de Peixes

A posição do porão de peixes está condicionada ao tipo e às espécies de peixes que se capturam, desde os de alto valor econômico, apanhados pelos navios de vara, passando pelos peixes de valor econômico médio que vivem no fundo do mar e recolhidos pelos navios tipo “trawler”, até às pescas em grandes quantidades com navios tipo cerco e “trawler”. Esta informação mais o conhecimento do tempo de duração da viagem permitirão tomar uma decisão a respeito da refrigeração do porão, a qual varia desde o armazenamento de peixes a granel, passando pelo sistema de congelamento, até os tanques refrigerantes.

A decisão sobre o tipo de refrigeração com gelo ou sistema frigorífico, deve ser tomada nas primeiras etapas do projeto, para que possa ser planejado o porão.

10.3.2 Praça de Máquinas

Os navios pesqueiros podem ter a praça de máquinas na proa, no centro ou na popa. O navio com uma praça de máquinas na popa tem menos movimento, e não requer que se passe o eixo através do porão, embora, o casco se faz mais cônico na popa e a localização do motor exige um deslocamento da antepara a proa, dando como resultado um porão pequeno, ou um porão que se encontra centrado bem na proa do centro de flutuação, assim o navio poderia modificar seu trim entre as condições de carga e descarga.

O navio tem movimento mais violento, quando a praça de máquinas se encontra na proa, então é preciso a passagem do eixo através do porão. Com a praça de máquinas na proa, o porão tenderá uma melhor ubiquação. Nas figuras 10.3 e 10.5, pode ser observada a disposição da praça de máquinas em relação ao porão.

Além disso, deve-se contar com um espaço amplo ao redor de todos os componentes da maquina principal para possibilitar serviços e reparações adequados. A extração dos componentes maiores, incluindo os tanques, deve ser realizado sem destruição de outras partes do navio.

Deve haver um conduto de tamanho apropriado que leve a tubulação de escape, silenciadores, etc., para o tronco principal de ventilação. O motor principal deve estar em perfeito alinhamento com o eixo da hélice. Também deve ser planejada a saída de emergência. Certas condições exigem aberturas de acesso no convés e a planificação do arranjo dos aparelhos de pesca. A disposição interior da super-estrutura, encontra-se condicionada pela necessidade de ubicar vias de acesso fáceis para o motor.

10.3.3 Alojamentos Para a Tripulação

Os alojamentos variam segundo o clima e os costumes locais, mas em todos os casos, os membros da tripulação requerem camarotes, espaços para refeições, espaços sanitários e um refúgio que os proteja das adversidades do clima. Deve proporcionar-se uma ventilação adequada e proteção contra o calor e frio.

Os alojamentos deverão proteger contra o ruído excessivo, proveniente da sala de máquinas e deverão satisfazer as normas e regras locais de segurança e saúde.

10.3.4 Super-Estrutura

A ponte deverá ser traçada com especial cuidado. É o verdadeiro núcleo de qualquer navio e seu uso é constante durante a navegação. Particularmente o padrão do navio deve contar com uma ponte onde se possa comandar o navio eficientemente, em navegação normal, alcançando maior efetividade e velocidade ao rastrear os peixes. Ao mesmo tempo, deverá ter a maior visibilidade possível do convés de trabalho para poder controlar completamente a operação sem deixar de dedicar-se à manobra do navio.

10.3.5 Tanques

Os tanques de combustível, óleo, água doce e água servidas devem localizar-se corretamente para assim, manter um trim correto sob todas as condições operacionais.

10.4 Determinação do Arranjo dos Navios

Até esta parte do ciclo do programa *INTEGRA*, o usuário já tem definidos a geometria do casco, curvas hidrostáticas, estabilidade, o sistema propulsivo, arranjo estrutural e uma noção do arranjo geral do seu navio. Para uma correta disposição

física dos diferentes itens do navio projetado, só resta que o projetista conheça de forma geral alguns aspetos relacionados à pesca. Estes aspectos são:

- A subdivisão longitudinal e transversal;
- Capacidade volumétrica para armazenagem de óleo (combustível e lubrificante);
- Capacidade para água;
- Provisões;
- Equipamentos na praça de máquinas;
- Máquinas auxiliares;
- Aparelhos de pesca;
- Lastro.

O método utilizado para o estabelecimento das fórmulas e cálculos racionais que fornecem os valores citados foram calculados nos capítulos anteriores.

As figuras apresentam o arranjo geral típico de uma embarcação pesqueira e sintetiza os resultados, de uma certa maneira padronizando a embarcação pesqueira.

Esta padronização, resultante da informação recolhida dos navios padrões, navios semelhantes e de publicações específicas, conforme foi dito nos capítulos anteriores, a embarcação pesqueira possui exemplos de arranjo geral dos mais variados. O modelo do projeto baseia-se em dois tipos de configuração conhecida. Ao estabelecer a configuração do arranjo geral procurou-se obter as seguintes condições:

- Atender os mínimos valores regulamentados por sociedades classificadoras.
- Adotar valores ou localizações segundo dados de embarcações semelhantes.

- Proporcionar ao projetista a possibilidade de um arranjo geral baseado em navios já construídos e comprovados.

Na continuação mostramos detalhadamente o arranjo geral correspondente a cada uma das embarcações em que baseamos nosso trabalho, como uma maneira de ajuda atualizada para o projetista.

Arranjo Geral Do Navio Padrão 1

a. Informações Gerais

Descrição	Dimensões
Ltotal	28.868 mts.
Lwl	25.54 mts.
Boca	7.888 mts.
Pontal	4.549 mts.
Calado	3.17 mts.

b. Componentes

1. Casco
2. Tanque Água Potável Bbdo.
3. Tanque Água Potável Brte.
4. Duplo Fundo 1 Bbdo.
5. Duplo Fundo 1 Brte.
6. Duplo Fundo 2 Bbdo.
7. Duplo Fundo 2 Brte.
8. Tanque Lateral 1 Bbdo.
9. Tanque Lateral 1 Brte.
10. Tanque Lateral 2 Bbdo.
11. Tanque Lateral 2 Brte.
12. Tanque Lateral 3 Bbdo.
13. Tanque Lateral 3 Brte.

14. Tanque Colisão à Frente.
15. Porão à Frente.
16. Porão à Ré.
17. Tanque Óleo Lubrificante.
18. Tanque Óleo Hidráulico.
19. Tanque Combustível Diário Bbdo.
20. Tanque Combustível Diário Brte.
21. Duplo Fundo para Máquina Bbdo.
22. Duplo Fundo para Máquina Brte.

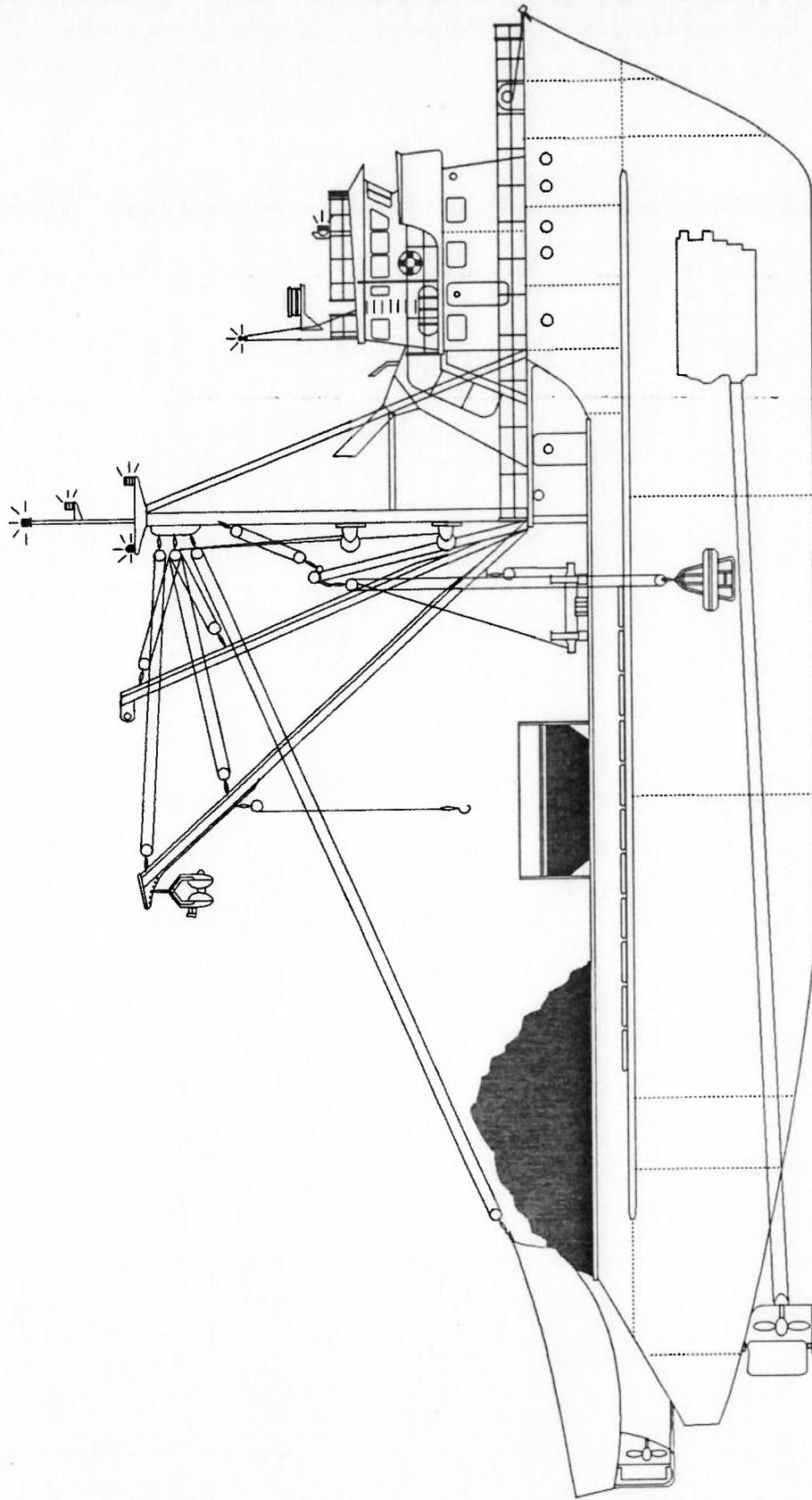


Figura 10.3 - Arranjo Geral do Navio Padrão 1

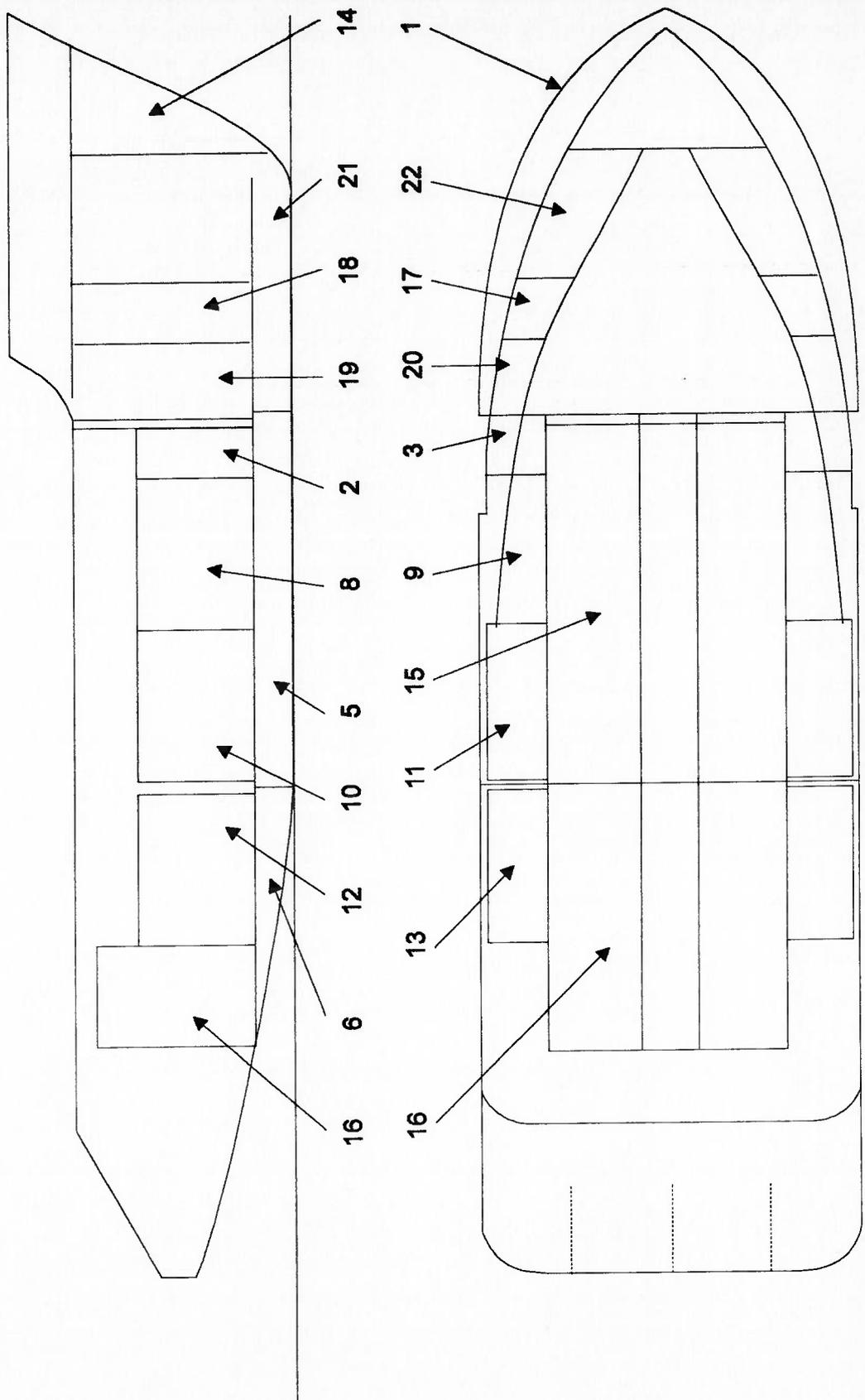


Figura 10.4 - Arranjo Geral de Tanques do Navio Padrão 1

Arranjo Geral Do Navio Padrão 2

a. Informações Gerais

Descrição	Dimensões
Ltotal	48.00 mts.
Lwl	42.50 mts.
Boca	10.00 mts.
Pontal	5.00 mts.
Calado	4.20 mts.

b. Componentes

1. Casco
2. Tripulação
3. Bote Auxiliar
4. Rede Molhada
5. Víveres
6. Tanque Água Doce
7. Tanque Combustível Ré Bbdo.
8. Tanque Combustível Ré Brte.
9. Tanque Combustível Vante Bbdo.
10. Tanque Combustível Vante Brte.
11. Tanque Lastro Vante
12. Porão Vante Bbdo. No.1
13. Porão Frente Brte. No.2

14. **Porão Ré Bbdo. No.3**
15. **Porão Ré Brte. No.4**
16. **Porão Central No.5**
17. **Tanque Combustível Diário**
18. **Tanque Óleo Lubrificante**
19. **Tanque Óleo Hidráulico**
20. **Tanque Decantação**
21. **Tanque Águas Servidas**

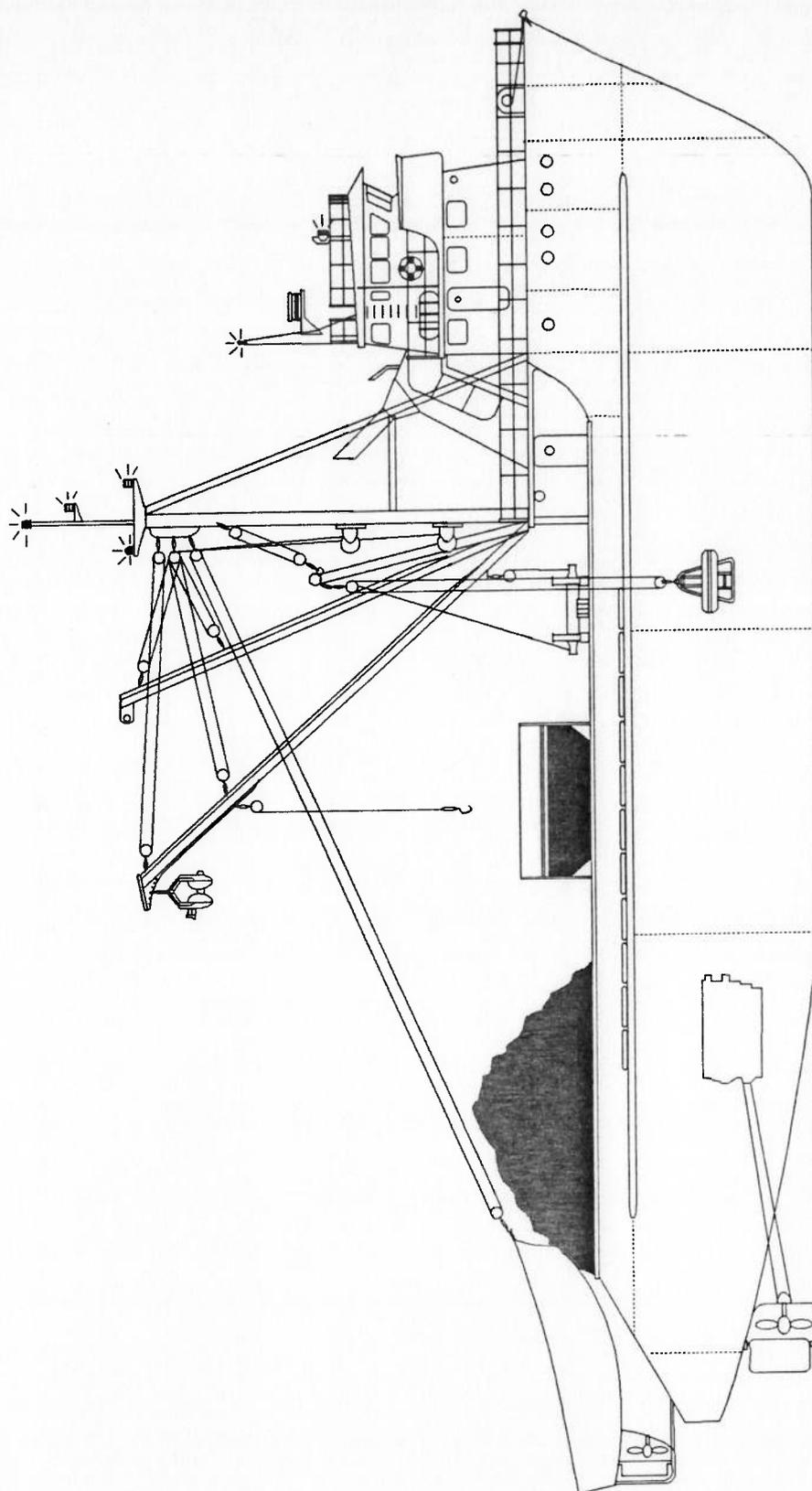


Figura 10.5 - Arranjo Geral do Navio Padrão 2

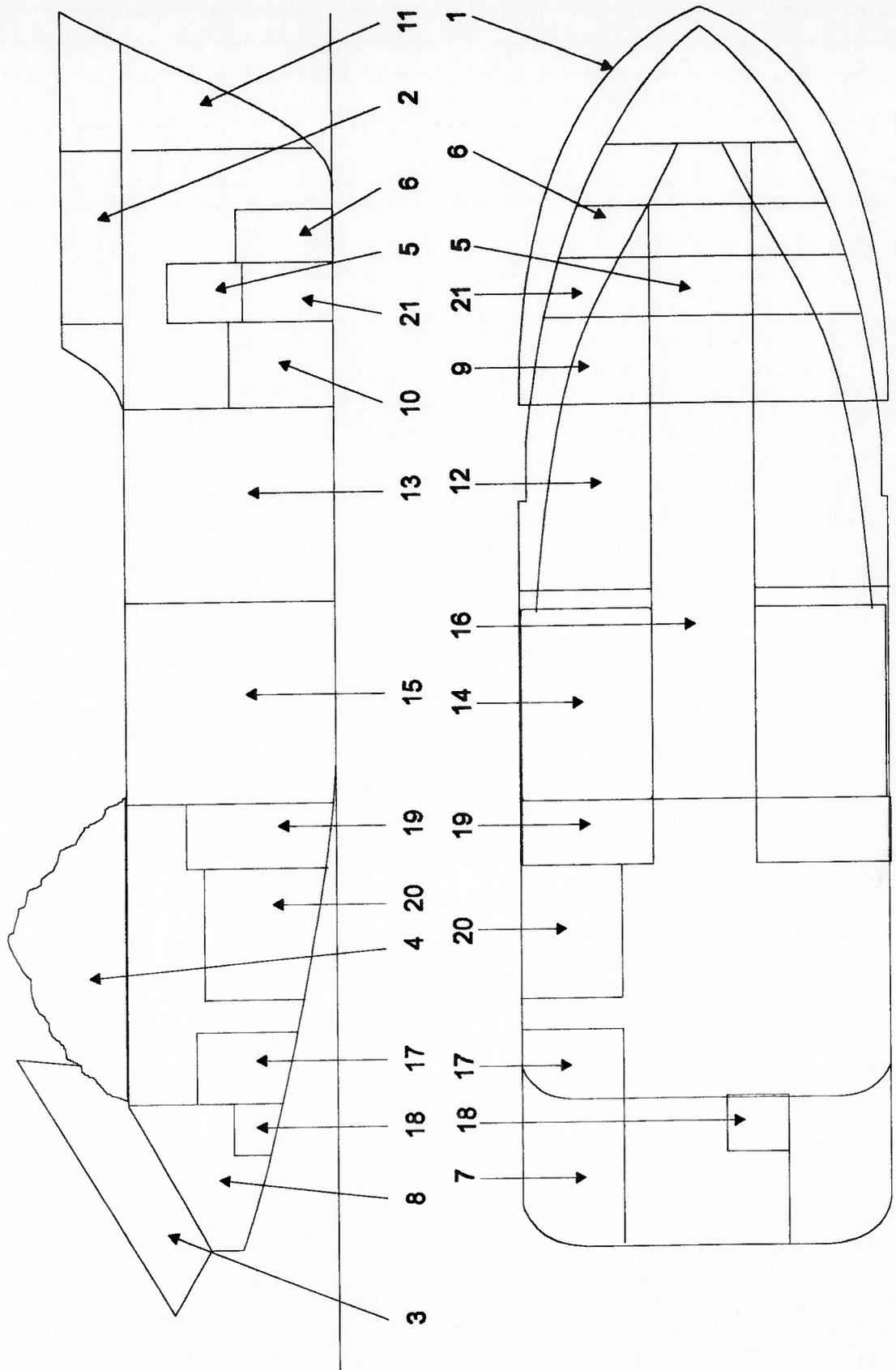


Figura 10.6 - Arranjo Geral de Tanques do Navio Padrão 2

CAPITULO 11

11. Conclusões e Recomendações

O objetivo deste capítulo é fazer uma apreciação crítica do trabalho realizado, apontando as conclusões mais importantes obtidas no seu desenvolvimento, e recomendar, por outro lado, algumas sugestões para a continuação do trabalho.

11.1 Resumo do Trabalho

Foi estabelecido como objetivo do trabalho a automatização do projeto do navio pesqueiro e o desenvolvimento de uma sequência de rotinas e cálculos para poder utilizar os diferentes programas que já estavam desenvolvidos.

A parte inicial do trabalho, capítulo 3, consistiu no levantamento de dados de navios semelhantes e pesquisa de bibliografia que estivesse de acordo com o desenvolvimento da filosofia da automatização do programa geral.

A seguir, foi conduzido um estudo detalhado sobre o funcionamento de cada programa que iria constituir da automatização, pesquisando seus manuais e a forma como estes programas estruturam seus dados de entrada.

Na continuação, desenvolveu-se um critério de procedimento para poder

integrar cada programa, tendo em vista sempre, que a entrada de dados seja a mais concisa, versátil, rápida e fácil de interagir com o usuário. A partir da filosofia tradicional da Espiral de Projeto desenvolvida pelo professor J.H. EVANS [7], obtivemos como resultado os seguintes programas integrados:

- a. COEFICIENTES INICIAIS
- b. PLANO DE LINHAS
- c. CURVAS HIDROSTÁTICAS
- d. ESTABILIDADE
- e. RESISTÊNCIA
- f. PROPULSÃO
- g. RESISTÊNCIA ESTRUTURAL

Haviam etapas em que não existiam programas desenvolvidos. Por essa razão, foram criados e desenvolvidos os programas que faltavam, a fim de completar todas as etapas do ciclo do projeto.

A aplicação dos programas foi ilustrada com um exemplo, comparando os resultados dos procedimentos, e apresentadas no Apêndice. O manual de referência do usuário, foi implementado dentro do mesmo sistema como ajuda para o usuário.

11.2 Comentários Gerais

No desenvolvimento do presente trabalho, foram observados alguns detalhes importantes que parecem merecer destaque na apresentação das conclusões finais, como serão expostas na continuação:

- Na pesquisa feita antes de começar este trabalho, pode-se constatar que não existe nenhum programa que esteja orientado nesta linha (a automatização de projeto). Então, tratou-se de unir trabalhos dentro de uma forma coerente e respeitando certas regras próprias de cada programa, os quais foram desenvolvidos para uma certa área específica do projeto de navios. Programas estes que, até agora, não trabalhavam em conjunto.
- Cada tipo de embarcação responde a determinadas características e, em sua definição, envolve um elevado número de parâmetros. Por conseguinte, não foi tarefa fácil agrupar todos os cálculos necessários para aplicá-los ao projeto destas embarcações, devido à diversidade de variáveis. Sem dúvida, foi de grande ajuda, definir algumas características mediante os programas que já existiam, pois os que haviam até agora, não tinham funcionado sob um mesmo contexto.
- Uma das restrições do programa INTEGRA é que está baseado em relação a dois tipos de embarcações, uma de pequeno porte e outra de porte mediano. Por isto, é aplicável a embarcações que estejam dentro desta faixa, além do que, cada programa integrante do programa INTEGRA tem suas próprias restrições

a respeito do campo de validade.

Em países Sul-Americanos como os nossos, pode-se observar que poucos estudos são encontrados sobre projeto de embarcações pesqueiras, razão pela qual, este trabalho foi realizado.

Foram apresentados de forma simples, os passos necessários para concluir o projeto automatizado de uma embarcação pesqueira, através de um programa multifuncional chamado INTEGRA. Com isto, pretende-se ajudar o projetista ou engenheiro naval no projeto e na construção de um navio pesqueiro.

11.3 Conclusões

Do trabalho desenvolvido, através de toda a seqüência do programa INTEGRA é possível obter as seguintes conclusões:

- A elaboração do sistema INTEGRA foi concebida em Linguagem de Programação PASCAL 7.0, com a qual pode-se definir de maneira rápida e sistemática um projeto de navio pesqueiro;
- Através deste sistema, foi possível integrar cada um dos passos da espiral de projeto, desde as dimensões principais, até a concepção de um arranjo estrutural;
- O programa INTEGRA propõe-se uma nova forma de realização do projeto de uma embarcação pesqueira, apesar de reger-se sob as linhas tradicionais da

Espiral do Projeto;

- Os diferentes programas existentes relacionados ao projeto de um navio, trabalhavam de forma individual, e de forma seqüencial sem integração. Através da implantação do programa INTEGRA conseguiu-se que os resultados de um fossem aproveitados pelos outros, agilizando a passagem de informações sem erros;
- A relação conseguida entre os programas através do sistema INTEGRA, procurou diminuir a entrada de dados repetitivos, já que agora, a informação é compartilhada. O sistema é de fácil acesso e rápida resposta, tendo como característica principal, a entrada mínima de informação;
- O programa INTEGRA expõe da melhor maneira possível os resultados, mediante um procedimento de cálculo simplificado para a determinação rápida das características mais importantes na definição de uma embarcação pesqueira, até conseguir sua primeira definição.
- O tempo de execução de um projeto básico de uma embarcação pesqueira, utilizando o programa INTEGRA, pode ser reduzido a 2 horas.

11.4 Futuras Recomendações

As seguintes recomendações são propostas para futuros trabalhos:

- O programa desenvolvido neste trabalho pode ser, no futuro, aprimorado,

levando em consideração novos tipos de navios pesqueiros e melhorando ainda mais o procedimento de seus cálculos, fazendo-os mais completos e eficientes.

O programa INTEGRA pode ser ampliado ou modificado nos seguintes aspectos, para trabalhos futuros:

- Incluir novas regressões polinomiais para o cálculo de todas as variáveis dependentes, apresentadas neste trabalho, desde dimensões principais e coeficientes iniciais, estabilidade, resistência, cálculo das hélices e novas séries das hélices.
- Ampliar o catálogo de motores e estruturar um banco de dados de equações polinomiais, para a curva da máquina principal, inclusive motores de baixa, média e alta rotação, a fim de obterem-se diversas soluções. Com isto, possibilitaria a criação de inumeros tipos de composições de sistemas casco-hélice-motor, dando poder ao usuário para otimizar o projeto final de sua embarcação pesqueira.
- Aumentar o limite do programa, ponderando-se os fatores econômicos como custo inicial e de manutenção.

Com o desenvolvimento deste trabalho, espera-se trazer alguma contribuição ao projetista de embarcações pesqueiras.

ANEXOS

Anexo 1 Coeficientes Iniciais

1.1 Banco de Datos de Motores: MOTORES.TXT

BHP	CEC (gph)	COMPRI MENTO	PESO (tns)	RPM	MODELO
51	3.5	0.811	0.365	0	D229-3
73	4.0	0.939	0.445	0	D229-4
110	4.5	1.195	0.570	0	D229-6
132	4.6	1.195	0.623	0	TD229-6
135	7.0	1.243	0.568	2400	3114-TA
180	5.0	1.195	0.635	0	TDD229-SE
205	10.3	1.460	0.681	2400	3116-TA
215	11.1	1.511	0.853	2400	3208-T
250	12.3	2.375	1.470	2200	3406B-T
350	17.0	2.527	1.681	1250	3408B-V8
375	18.2	2.527	1.681	1300	3408B-V8
402	19.8	2.225	1.681	1800	3408B
425	20.5	2.639	2.459	1200	3412-TA
503	26.1	2.960	2.459	1800	3412-V12
600	28.8	4.045	5.216	1200	3508-V8
624	31.3	2.960	2.459	1800	3412-TA
705	32.9	4.045	5.216	1200	3508-V8
755	39.1	4.045	5.216	1800	3508-V8
775	38.2	4.045	5.216	1600	3508-V8
855	41.5	4.045	5.216	1600	3508-V8
900	43.7	4.364	6.532	1200	3512-V12
1060	48.5	4.364	6.532	1200	3512-V12
1175	57.1	4.364	6.532	1600	3512-V12
1200	58.0	4.904	8.029	1200	3516-V16
1280	61.8	4.364	6.532	1600	3512-V12
1410	66.1	4.904	8.029	1200	3516-V16
1550	74.2	4.904	8.029	1600	3516-V16
1700	78.0	4.904	15.680	700	3606-L6
1900	88.0	4.094	15.680	800	3606-L6
2100	97.0	4.094	15.680	900	3606-L6
2250	104.0	4.094	15.680	1000	3606-L6
2535	117.0	4.904	19.000	800	3608-V8

1.2 Navios Semelhantes

Nomes	Loa	Lwl	B	D	H	Vel	Desp	BHP	Vpor.	L/B	B/H	L/D	Cb
EXPLORER	10.67	9.91	3.05	1.51	0.00	0	0.00	0	7.00	3.25	0	6.56	0.00
SALVELINUS	11.35	10.22	3.66	1.34	0.00	8.00	0.00	95.00	8.00	2.79	0	7.63	0.00
GORUR	11.70	10.20	3.50	1.46	1.20	8.00	0.00	75.00	8.00	2.91	2.92	6.99	0.00
J-1110	12.19	10.97	3.43	1.24	0.99	10.00	14.00	200.00	0	3.20	3.46	8.85	0.37
MEENALOCHANI	13.70	12.80	4.50	2.13	1.58	8.00	0.00	56.00	19.14	2.84	2.85	6.01	0.00
CHAMPA	14.33	12.89	5.05	2.23	1.52	6.00	0.00	165.00	15.30	2.55	3.32	5.78	0.00
HOKUTO	14.95	12.60	3.60	1.75	0.64	13.80	15.07	175.00	0.40	3.50	5.63	7.20	0.51
6	15.00	13.50	4.10	1.95	1.75	8.00	48.65	50.00	10.00	3.29	2.34	6.92	0.49
CALANUS	15.09	13.58	4.57	2.13	0.00	7.50	0.00	138.00	0	2.97	0	6.38	0.00
GOLDSEEKER	15.24	14.02	5.03	2.13	0.00	7.50	0.00	110.00	0	2.79	0	6.58	0.00
FISHTECH VIII	15.25	14.55	4.42	2.06	1.37	8.00	40.00	102.00	170.00	3.29	3.23	7.06	0.44
7	16.45	14.81	4.70	2.15	1.80	8.00	55.20	80.00	28.00	3.15	2.61	6.89	0.43
SHOMBA MARU	16.73	15.06	3.36	1.62	1.62	7.44	58.86	75.00	22.50	4.48	2.07	9.30	0.70
JHEENGA	16.90	16.02	5.36	2.97	0.00	7.00	0.00	150.00	5.40	2.99	0	5.39	0.00
VICTOR HENSEN	17.00	16.00	5.00	2.50	2.10	9.00	74.00	130.00	5.00	3.20	2.38	6.40	0.43
SAGITARIO	17.07	15.94	4.88	2.65	2.30	9.00	70.00	180.00	65.00	3.27	2.12	6.02	0.29
INVESTIGADOR #1	17.07	16.56	4.88	2.74	0.00	9.50	0.00	200.00	5.00	3.39	0	6.04	0.00
8	18.00	16.20	5.10	2.30	2.00	8.50	77.91	100.00	36.00	3.18	2.55	7.04	0.46
SONGKHLA	18.00	16.50	4.27	1.52	1.40	8.00	0.00	165.00	2.20	3.86	3.05	10.86	0.00
PREDVODNIK	18.19	16.37	4.95	2.15	0.00	10.00	0.00	200.00	8.00	3.31	0	7.61	0.00
MARINUS	18.90	17.01	4.88	2.32	0.00	0	0.00	215.00	0	3.49	0	7.33	0.00
9	19.00	17.10	5.30	2.45	2.15	9.00	85.88	120.00	31.00	3.23	2.47	6.98	0.43
PLUTEUS II	19.03	16.94	5.30	2.05	0.00	9.00	0.00	160.00	8.50	3.20	0	8.26	0.00
FRIDTJOF NANSEN	19.20	17.03	5.30	2.80	0.00	10.00	0.00	140.00	6.00	3.21	0	6.08	0.00
TOYOKUNI MARU	19.70	17.73	4.26	1.88	1.80	8.09	84.61	120.00	29.80	4.16	2.37	9.43	0.61
CU NA MARA	19.81	18.29	5.66	3.07	2.26	9.75	101.42	245.00	25.50	3.23	2.50	5.96	0.38
10	20.00	18.00	5.40	2.50	2.20	8.75	96.44	120.00	49.00	3.33	2.45	7.20	0.44
DAVID DAVIES	20.42	18.59	5.79	2.75	0.00	8.50	0.00	240.00	22.95	3.21	0	6.76	0.00
DALIA	20.47	18.42	5.62	2.44	0.00	0	56.00	160.00	26.80	3.28	0	7.55	0.00
SUPREMACIA I	20.61	18.55	5.19	2.08	0.00	0	44.00	125.00	14.74	3.57	0	8.92	0.00
KYOWA MARU #3	20.77	18.69	4.62	2.31	2.00	8.90	116.30	180.00	45.70	4.05	2.31	8.09	0.66
ABADEJO	20.80	18.72	5.62	2.25	0.00	0	53.00	150.00	28.81	3.33	0	8.32	0.00
KORYO MARU	20.80	18.72	4.55	2.32	2.02	8.67	108.75	160.00	53.40	4.11	2.25	8.07	0.62
11	21.00	18.90	5.60	2.75	2.50	9.25	122.05	150.00	46.00	3.38	2.24	6.87	0.45
PRAMONG 1	21.35	19.40	4.30	2.05	1.60	9.50	0.00	174.00	8.00	4.51	2.69	9.46	0.00
A.P. KNIGHT	21.95	19.76	6.71	2.74	2.44	0	0.00	152.00	0	2.94	2.75	7.21	0.00
12	22.50	20.25	5.80	2.75	2.50	9.75	138.44	200.00	53.00	3.49	2.32	7.36	0.46
PRAMONG 3	22.60	20.48	4.50	2.05	1.50	9.00	0.00	250.00	10.00	4.55	3.00	9.99	0.00
CHOEI MARU	22.80	20.52	5.10	2.45	2.38	9.70	171.15	210.00	89.10	4.02	2.14	8.38	0.67
PRAMONG #4	23.00	20.70	5.75	2.70	2.00	9.00	113.00	275.00	25.00	3.60	2.88	7.67	0.46
13	24.00	21.60	6.00	3.00	2.60	9.50	151.97	200.00	65.00	3.60	2.31	7.20	0.44
GABRIEL	24.37	21.93	6.44	2.76	0.00	0	75.00	167.00	38.86	3.41	0	7.95	0.00
LUC	24.37	21.93	6.44	2.76	0.00	0	75.00	120.00	38.86	3.41	0	7.95	0.00
MARIE LOUISE	24.37	21.93	6.44	2.76	0.00	0	75.00	120.00	38.86	3.41	0	7.95	0.00
AUGUSTE NATHA.	24.37	21.93	6.44	2.76	0.00	0	75.00	167.00	38.86	3.41	0	7.95	0.00
CHRISTIANE II	24.37	21.93	6.44	2.76	0.00	0	75.00	152.00	38.86	3.41	0	7.95	0.00
PRAMONG #2	24.50	22.30	5.20	2.70	2.01	10.00	0.00	320.00	14.00	4.29	2.59	8.26	0.00
KYOWA MARU #5	24.50	22.05	5.40	2.75	2.64	10.27	225.28	350.00	81.00	4.08	2.05	8.02	0.70
VAUBAN	24.50	21.00	6.20	3.25	2.80	8.00	0.00	310.00	0	3.39	2.21	6.46	0.00
CHEUN MA SAN	24.60	24.20	5.20	2.45	1.98	10.20	176.73	320.00	23.02	4.65	2.63	9.88	0.69
RUTH AND MOSES	24.67	22.20	7.26	3.01	4.16	5.11	294.00	626.22	97.02	4.20	1.75	10.10	0.43
KAIO MARU	24.80	22.32	5.50	2.80	2.46	8.63	200.82	210.00	101.40	4.06	2.24	7.97	0.65
CALAMAR	24.80	23.13	6.65	3.50	2.64	10.61	188.79	380.00	46.30	3.48	2.52	6.61	0.53

Nomes	Loa	Lwl	B	D	H	Vel	Desp	BHP	Vpor.	L/B	B/H	L/D	Cb
INVESTIGADOR #2	24.99	22.49	6.49	2.87	0.00	9.00	0.00	250.00	0	3.47	0	7.84	0.00
14	25.00	23.58	5.55	3.66	3.01	8.90	237.00	120.00	77.00	4.25	1.84	6.44	0.61
HARENGUS	25.60	24.38	6.10	3.81	2.90	8.75	0.00	135.00	0	4.00	2.10	6.40	0.00
KYOWA MARU #8	26.88	24.19	5.80	3.01	2.62	10.11	261.33	380.00	105.90	4.17	2.21	8.04	0.69
SURUGA MARU	26.95	23.76	5.41	2.51	2.05	10.39	149.74	400.00	14.99	4.39	2.64	9.47	0.56
SAN JUAN BOSCO	27.05	24.35	6.66	3.15	0.00	0	100.00	240.00	38.86	3.66	0	7.73	0.00
TAKACHIHO	27.57	24.25	4.50	2.70	1.84	12.17	105.43	550.00	22.50	5.39	2.45	8.98	0.54
VARUNA	28.00	25.30	6.86	3.43	2.92	9.50	238.00	400.00	24.00	3.69	2.35	7.38	0.47
MAYA MAYA	29.35	27.00	7.12	3.25	2.57	10.56	291.14	510.00	90.10	3.79	2.77	8.31	0.57
KOTOSHIRO MAR.	29.80	26.82	6.10	3.15	3.20	10.11	360.95	430.00	157.20	4.40	1.91	8.51	0.67
CRISTO DE LIMPIA	29.95	26.96	6.30	3.45	0.00	0	130.00	160.00	60.30	4.28	0	7.81	0.00
15	30.33	28.30	6.60	4.00	3.37	9.50	351.00	180.00	154.00	4.29	1.96	7.08	0.58
OCEANEER	30.50	29.40	7.30	3.05	2.39	13.00	289.00	650.00	26.60	4.03	3.05	9.64	0.56
JEAN PIERRE	30.60	27.54	6.70	3.16	0.00	0	95.00	220.00	45.56	4.11	0	8.72	0.00
NICOLE	30.60	27.54	6.70	3.16	0.00	0	95.00	220.00	45.56	4.11	0	8.72	0.00
KAE NA LI	30.63	27.75	6.50	3.00	2.58	10.84	246.00	440.00	50.60	4.27	2.52	9.25	0.57
17	30.80	29.00	6.25	3.45	3.13	12.00	256.00	315.00	126.00	4.64	2.00	8.41	0.47
MYOJYO MARU	30.90	27.81	6.00	3.10	2.87	9.66	366.68	320.00	145.60	4.64	2.09	8.97	0.75
HAKUSAN MARU	31.00	27.50	5.90	2.65	2.40	11.24	229.94	500.00	50.88	4.66	2.46	10.38	0.55
1	31.45	29.50	6.50	3.65	2.95	5.50	261.50	375.00	100.00	4.54	2.20	8.08	0.45
16	31.97	29.00	6.25	3.75	3.28	12.00	310.00	430.00	152.25	4.64	1.91	7.73	0.52
GOLDEN EAGLE	32.72	29.45	6.88	2.50	2.48	5.54	247.20	326.30	115.69	4.43	2.77	12.21	0.48
23	33.20	29.72	6.60	3.35	0.00	11.27	215.59	650.00	153.00	4.50	0	8.87	0.00
CHI RI SAN	33.49	33.00	6.20	2.80	2.39	11.30	289.00	500.00	19.11	5.32	2.59	11.79	0.62
VELERO IV	33.53	32.26	8.23	3.81	3.74	10.00	520.00	600.00	90.00	3.92	2.20	8.47	0.51
BAY	33.56	30.20	6.94	2.96	2.94	5.74	320.50	567.29	167.62	4.37	2.36	10.30	0.51
SEIYO MARU	33.80	29.00	7.00	3.50	2.60	11.69	335.00	610.00	95.40	4.14	2.69	8.29	0.62
TRAWLER #5	34.00	30.60	6.50	3.35	0.00	12.00	192.00	608.00	107.00	4.71	0	9.13	0.00
COSTA ATLANTIC	34.23	30.81	6.19	3.50	0.00	0	170.00	100.00	56.95	4.98	0	8.80	0.00
BAEK DU SAN	34.90	33.00	6.20	2.80	2.30	12.30	0.00	550.00	27.00	5.32	2.70	11.79	0.00
21	35.00	31.50	6.80	3.35	0.00	11.39	239.24	500.00	221.00	4.63	0	9.40	0.00
19	35.49	32.80	6.85	3.90	3.25	12.00	346.00	450.00	232.50	4.79	2.11	8.41	0.48
KITTIKACHORN	35.70	31.96	5.98	2.73	2.34	12.86	241.96	650.00	15.83	5.34	2.56	11.71	0.54
MIYAKO MARU	35.80	30.60	6.60	3.15	2.56	10.35	335.00	600.00	80.06	4.64	2.58	9.71	0.69
2	35.85	33.50	6.85	3.90	3.25	5.50	356.00	450.00	120.00	4.89	2.11	8.59	0.47
LUIS ALBERTO	36.20	32.58	7.11	3.28	0.00	0	190.00	425.00	80.40	4.58	0	9.93	0.00
CAPITAN PIEDRA	36.71	33.04	6.90	3.45	0.00	0	190.00	350.00	61.64	4.79	0	9.58	0.00
JUDITH LEE ROSE	37.22	33.50	6.50	2.64	2.30	6.48	261.00	464.58	153.73	4.69	2.82	11.55	0.51
22	37.80	34.02	7.20	3.60	0.00	11.68	299.00	650.00	214.00	4.73	0	9.45	0.00
HIYOSHI MARU	37.90	32.50	7.00	3.30	2.60	12.07	372.80	620.00	95.10	4.64	2.69	9.85	0.62
TRAWLER #3	38.70	34.83	6.50	2.64	0.00	12.00	249.00	810.00	160.00	5.36	0	13.19	0.00
E.E. PRINCE	39.62	37.19	8.23	4.34	3.40	11.05	561.00	600.00	0	4.52	2.42	8.57	0.58
BESUGO	39.90	35.91	7.50	3.60	0.00	0	215.00	400.00	80.40	4.79	0	9.98	0.00
LENGUADO	39.90	35.91	7.50	3.60	0.00	0	215.00	400.00	80.40	4.79	0	9.98	0.00
20	40.00	36.00	7.50	3.70	0.00	12.09	309.54	650.00	313.00	4.80	0	9.73	0.00
CENTOLLA	40.10	36.09	7.40	3.90	0.00	0	231.00	450.00	68.34	4.88	0	9.25	0.00
WAKATORI MARU	40.91	37.45	7.22	3.42	2.87	11.00	534.12	550.00	167.30	5.19	2.52	10.95	0.67
CORELLA	41.38	37.76	9.75	3.66	0.00	12.20	580.00	530.00	0	3.87	0	10.32	0.45
NOTRE DAME	41.50	37.35	5.95	2.78	2.25	5.57	291.50	271.97	95.32	5.10	2.65	10.94	0.57
TAI BACK SAN	41.60	41.00	7.50	3.60	2.24	14.00	408.00	800.00	41.30	5.47	3.35	11.39	0.58
EL PLATA	41.74	37.57	7.02	4.01	0.00	0	235.00	500.00	80.40	5.35	0	9.37	0.00
3	41.90	39.35	7.50	4.25	3.50	5.70	484.00	600.00	214.00	5.25	2.14	9.26	0.46
CRISTO REY	42.71	38.44	8.58	4.37	0.00	0	272.00	590.00	80.40	4.48	0	8.80	0.00
SPRAY	42.72	38.45	5.33	2.70	2.10	5.83	263.50	225.29	64.29	5.72	2.53	11.30	0.60
FLANDRIA	42.80	38.52	7.93	4.77	0.00	0	270.00	500.00	80.40	4.86	0	8.08	0.00

Nomes	Loa	Lwl	B	D	H	Vel	Desp	BHP	Vpor.	L/B	B/H	L/D	Cb
CHIN DAL LE	44.28	39.85	7.50	3.37	2.73	12.83	535.00	800.00	156.10	5.31	2.75	11.82	0.68
CALM	44.39	39.95	6.04	2.80	2.10	6.73	248.00	290.16	111.85	5.04	2.87	10.92	0.48
RESEARCHER I	44.50	42.00	8.20	3.90	3.33	12.97	642.21	850.00	37.30	5.12	2.46	10.77	0.68
KAIYO	44.53	38.71	8.05	3.81	2.59	11.87	417.14	450.00	120.00	4.81	3.11	10.16	0.50
DELAWARE	44.99	42.25	7.62	3.66	2.93	10.00	618.00	735.00	125.00	5.54	2.60	11.54	0.64
MANECO	45.15	40.64	7.32	4.35	0.00	0	288.00	650.00	80.40	5.55	0	9.34	0.00
YAIYO MARU 22	45.75	41.18	7.20	4.05	0.00	0	304.00	550.00	87.10	5.72	0	10.17	0.00
DHANARAJATA	46.45	44.26	8.72	4.27	3.05	14.20	594.40	1000.00	69.85	5.08	2.86	10.37	0.55
4	46.45	44.00	8.25	4.70	3.85	6.70	716.24	750.00	320.00	5.33	2.14	9.36	0.50
CORVINA	46.78	42.10	6.80	4.10	0.00	0	261.00	430.00	120.60	6.19	0	10.27	0.00
FUNAKAWA MAR	47.20	41.50	7.90	3.75	3.17	12.22	711.00	820.00	240.00	5.25	2.49	11.07	0.68
NAGASAKI MARU	47.36	44.97	8.80	5.00	3.58	12.33	859.30	1200.00	67.21	5.11	2.46	8.99	0.61
SHONAN MARU	47.90	43.10	8.02	3.82	3.09	12.45	724.76	850.00	227.30	5.37	2.60	11.28	0.66
MIYAGI MARU	48.00	42.00	7.95	3.75	3.32	13.04	733.40	850.00	144.33	5.28	2.39	11.20	0.67
PROF. W. BESNAR	49.35	44.70	9.33	5.00	3.60	13.20	706.00	960.00	60.00	4.79	2.59	8.94	0.48
TRAWLER #4	49.50	44.55	8.10	4.35	0.00	14.00	400.00	1075.00	320.00	5.50	0	10.24	0.00
TOSAKAIEN MAR	50.50	45.30	8.30	3.90	3.22	12.97	803.25	1050.00	155.40	5.46	2.58	11.62	0.66
TAIYO MARU	50.51	45.46	8.20	4.35	0.00	0	360.00	850.00	180.90	5.54	0	10.45	0.00
CHIBA MARU	50.80	44.50	8.30	4.00	3.25	13.79	767.60	1000.00	289.00	5.36	2.55	11.13	0.64
OREGON II	51.82	48.16	10.36	5.56	4.01	14.00	957.00	800.00	45.50	4.65	2.58	8.66	0.49
DAVID S. JORDAN	52.12	49.68	10.97	5.28	3.56	12.00	900.00	450.00	2.60	4.53	3.08	9.41	0.45
A.T. CAMERON	53.95	50.90	9.75	4.88	0.00	0	766.00	1000.00	19.20	5.22	0	10.43	0.00
G. B. REED	53.95	48.55	9.75	4.88	0.00	11.80	768.00	1000.00	18.12	4.98	0	9.95	0.00
PRESIDENTE MITR	54.80	49.32	7.77	4.37	0.00	0	372.00	600.00	120.60	6.35	0	11.29	0.00
TRAWLER #2	60.70	54.63	10.95	5.35	0.00	14.00	580.00	1625.00	500.00	4.99	0	10.21	0.00
GERPIR	63.90	57.51	11.70	5.35	0.00	13.80	804.00	1470.00	600.00	4.92	0	10.75	0.00
OSHOHO MARU III	66.70	60.50	11.00	5.40	4.04	15.00	1670.00	2000.00	65.00	5.50	2.72	11.20	0.60
18	71.75	66.60	10.75	5.90	5.20	13.00	2300.00	1200.00	1300.00	6.20	2.07	11.29	0.67
5	73.00	69.35	11.75	6.30	5.25	11.50	2718.69	1100.00	1500.00	5.90	2.24	11.01	0.62
JEAN CHARCOT	74.50	69.00	14.10	9.85	4.62	15.00	2172.00	845.00	0	4.89	3.05	7.01	0.47
TRAWLER #1	78.00	70.20	11.84	6.55	0.00	15.00	1450.00	2430.00	1200.00	5.93	0	10.72	0.00
RYOFU MARU II	79.20	72.00	12.00	6.60	4.36	16.10	2082.00	3260.00	0	6.00	2.75	10.91	0.59
KAIYO MARU	91.87	82.00	15.00	9.20	5.70	16.30	3931.00	1150.00	263.70	5.47	2.63	8.91	0.54
HAKUHO MARU	94.96	89.29	14.80	7.30	5.49	15.84	4279.00	1100.00	23.00	6.03	2.70	12.23	0.58
KAIKO MARU	103.33	93.00	13.80	7.60	6.14	9.00	2941.00	1200.00	2180.00	6.74	2.25	12.24	0.36
TENYO MARU #3	110.89	99.80	15.00	8.00	6.38	11.00	3689.00	2250.00	3286.00	6.65	2.35	12.48	0.38
ITUKUSIMA MAR	116.67	105.00	17.20	11.70	77.90	12.00	5889.00	3280.00	5785.00	6.10	0.22	8.97	0.04
KASIMA MARU	133.33	120.00	17.60	11.80	7.80	13.25	7163.00	4600.00	6421.00	6.82	2.26	10.17	0.42
KYOKKO MARU	142.22	128.00	18.00	11.60	8.15	14.00	8601.00	5500.00	8894.00	7.11	2.21	11.03	0.45
EIZIN MARU	144.41	129.97	18.20	11.10	8.06	11.50	7456.00	2200.00	5920.00	7.14	2.26	11.71	0.38
KOYO MARU	144.78	130.30	18.20	10.00	8.00	14.00	7659.00	5000.00	6971.00	7.16	2.28	13.03	0.39
CHIYO MARU	145.61	131.05	18.90	12.10	8.01	14.00	7195.00	5600.00	8253.00	6.93	2.36	10.83	0.35
ZINYO MARU	145.61	131.05	18.90	12.10	8.03	13.00	7207.00	5000.00	8342.00	6.93	2.35	10.83	0.35
NOZIMA MARU	151.11	136.00	19.80	12.50	7.85	14.00	9100.00	6250.00	8400.00	6.87	2.52	10.88	0.42
MIYAZIMA MARU	155.56	140.00	19.00	13.50	8.30	14.00	8964.00	5525.00	8447.00	7.37	2.29	10.37	0.40
SETTU MARU	157.78	142.00	19.58	12.00	8.74	10.00	9329.00	2600.00	7949.00	7.25	2.24	11.83	0.37
TENYO MARU #2	169.83	152.85	20.00	11.50	8.60	14.00	10595.00	5400.00	7780.00	7.64	2.33	13.29	0.39
TADOTU MARU	170.00	153.00	20.00	11.50	9.07	11.00	10544.00	3500.00	7685.00	7.65	2.21	13.30	0.37

Anexo 2 Plano de Linhas

2.1 Pontos Integrantes de Cada uma das Balizas

Navio Padrão 1 - UST1.TXT

```

co=blue
wt=0
lc=0
place curve
xy=15.259,0,5.655
xy=14.085,0,2.561
xy=12.911,0,1.014
xy=11.738,0,0.427
xy=9.39,0,0.107
xy=7.043,0,0
xy=4.695,0,0
xy=2.347,0,0
xy=0,0,0
xy=-2.347,0,0
xy=-4.695,0,0.398
xy=-7.043,0,0.942
xy=-9.39,0,1.646
xy=-11.151,0,2.22
xy=-11.972,0,3.045
xy=-12.207,0,3.679
xy=-12.442,0,4.312
xy=-12.442,0,5.306
xy=-12.207,0,5.267
xy=-11.972,0,5.284
xy=-11.151,0,5.273
xy=-9.39,0,5.154
xy=-7.043,0,5.044
xy=-4.695,0,4.982
xy=-2.347,0,4.825
xy=0,0,4.762
xy=2.347,0,4.747
xy=4.695,0,4.793
xy=7.043,0,4.891
xy=9.39,0,5.047
xy=11.738,0,5.243
xy=12.911,0,5.362
xy=14.085,0,5.494
xy=15.259,0,5.674
xy=15.259,0,5.655
reset
co=red
place line
xy=-12.442,0,4.312
xy=-12.442,1.173,5.291
xy=-12.442,0.486,5.302
xy=-12.442,0,5.306
xy=-12.442,-0.486,5.302
xy=-12.442,-1.173,5.291
xy=-12.442,0,4.312
reset
place line
xy=-11.972,0,3.045
xy=-11.972,3.501,5.115
xy=-11.972,2.475,5.186
xy=-11.972,1.65,5.24
xy=-11.972,0.825,5.273
xy=-11.972,0,5.284
xy=-11.972,-0.825,5.273
xy=-11.972,-1.65,5.24
xy=-11.972,-2.475,5.186
xy=-11.972,-3.501,5.115
xy=-11.972,0,3.045
reset
place line
xy=-11.151,0,2.22
xy=-11.151,3.361,2.563
xy=-11.151,3.935,5.06
xy=-11.151,0,5.273
xy=-11.151,-3.935,5.06
xy=-11.151,-3.361,2.563
xy=-11.151,0,2.22
reset
place line
xy=-10.564,0,2.029
xy=-10.564,3.506,2.352
xy=-10.564,3.935,5.021
xy=-10.564,0,5.233
xy=-10.564,-3.935,5.021
xy=-10.564,-3.506,2.352
xy=-10.564,0,2.029
reset
place line
xy=-9.39,0,1.645
xy=-9.39,0.042,1.65
xy=-9.39,3.564,1.991
xy=-9.39,3.935,4.942
xy=-9.39,2.801,5.031
xy=-9.39,1.867,5.098
xy=-9.39,0.934,5.14
xy=-9.39,0,5.154
xy=-9.39,-0.934,5.14
xy=-9.39,-1.867,5.098
xy=-9.39,-2.801,5.031
xy=-9.39,-3.935,4.942
xy=-9.39,-3.564,1.991
xy=-9.39,-0.042,1.65
xy=-9.39,0,1.645
reset
place line
xy=-8.216,0,1.264
xy=-8.216,0.354,1.307
xy=-8.216,3.567,1.702
xy=-8.216,3.935,4.881
xy=-8.216,2.801,4.971
xy=-8.216,1.867,5.038
xy=-8.216,0.934,5.079
xy=-8.216,0,5.094
xy=-8.216,-0.934,5.079
xy=-8.216,-1.867,5.038
xy=-8.216,-2.801,4.971
xy=-8.216,-3.935,4.881
xy=-8.216,-3.567,1.702

```

```
xy=-8.216,-0.354,1.307
xy=-8.216,0,1.264
reset
place line
xy=-7.043,0,0.942
xy=-7.043,0.382,0.997
xy=-7.043,3.547,1.457
xy=-7.043,3.935,4.832
xy=-7.043,2.801,4.921
xy=-7.043,1.867,4.989
xy=-7.043,0.934,5.030
xy=-7.043,0,5.044
xy=-7.043,-0.934,5.03
xy=-7.043,-1.867,4.989
xy=-7.043,-2.801,4.921
xy=-7.043,-3.935,4.832
xy=-7.043,-3.547,1.457
xy=-7.043,-0.382,0.997
xy=-7.043,0,0.942
reset
place line
xy=-5.869,0,0.653
xy=-5.869,0.317,0.704
xy=-5.869,3.538,1.225
xy=-5.869,3.935,4.773
xy=-5.869,2.801,4.862
xy=-5.869,1.867,4.93
xy=-5.869,0.933,4.972
xy=-5.869,0,4.986
xy=-5.869,-0.933,4.972
xy=-5.869,-1.867,4.93
xy=-5.869,-2.801,4.862
xy=-5.869,-3.935,4.773
xy=-5.869,-3.538,1.225
xy=-5.869,-0.317,0.704
xy=-5.869,0,0.653
reset
place line
xy=-4.695,0,0.398
xy=-4.695,0.226,0.439
xy=-4.695,3.53,1.031
xy=-4.695,3.935,4.715
xy=-4.695,2.801,4.804
xy=-4.695,1.867,4.872
xy=-4.695,0.933,4.913
xy=-4.695,0,4.928
xy=-4.695,-0.933,4.913
xy=-4.695,-1.867,4.872
xy=-4.695,-2.801,4.804
xy=-4.695,-3.935,4.715
xy=-4.695,-3.53,1.031
xy=-4.695,-0.226,0.439
xy=-4.695,0,0.398
reset
place line
xy=-3.521,0,0.168
xy=-3.521,0.13,0.194
xy=-3.521,3.521,0.875
xy=-3.521,3.935,4.661
xy=-3.521,2.801,4.75
xy=-3.521,1.867,4.817
xy=-3.521,0.934,4.859
xy=-3.521,0,4.873
```

```
xy=-3.521,-0.934,4.859
xy=-3.521,-1.867,4.817
xy=-3.521,-2.801,4.75
xy=-3.521,-3.935,4.661
xy=-3.521,-3.521,0.875
xy=-3.521,-0.13,0.194
xy=-3.521,0,0.168
reset
place line
xy=-2.347,0,0
xy=-2.347,3.512,0.759
xy=-2.347,3.935,4.612
xy=-2.347,2.801,4.702
xy=-2.347,1.867,4.769
xy=-2.347,0.934,4.811
xy=-2.347,0,4.825
xy=-2.347,-0.934,4.811
xy=-2.347,-1.867,4.769
xy=-2.347,-2.801,4.702
xy=-2.347,-3.935,4.612
xy=-2.347,-3.512,0.759
xy=-2.347,0,0
reset
place line
xy=-1.174,0,-0.025
xy=-1.174,3.509,0.697
xy=-1.174,3.939,4.576
xy=-1.174,2.804,4.665
xy=-1.174,1.869,4.733
xy=-1.174,0.935,4.774
xy=-1.174,0,4.789
xy=-1.174,-0.935,4.774
xy=-1.174,-1.869,4.733
xy=-1.174,-2.804,4.665
xy=-1.174,-3.939,4.576
xy=-1.174,-3.509,0.697
xy=-1.174,0,-0.025
reset
place line
xy=0,0,0
xy=0,3.495,0.676
xy=0,3.941,4.549
xy=0,2.806,4.639
xy=0,1.871,4.706
xy=0,0.935,4.748
xy=0,0,4.762
xy=0,-0.935,4.748
xy=0,-1.871,4.706
xy=0,-2.806,4.639
xy=0,-3.941,4.549
xy=0,-3.495,0.676
xy=0,0,0
reset
place line
xy=1.175,0,0
xy=1.175,3.455,0.692
xy=1.175,3.941,4.535
xy=1.175,2.806,4.625
xy=1.175,1.87,4.692
xy=1.175,0.935,4.734
xy=1.175,0,4.748
xy=1.175,-0.935,4.734
xy=1.175,-1.87,4.692
```

```
xy=1.175,-2.806,4.625
xy=1.175,-3.941,4.535
xy=1.175,-3.455,0.692
xy=1.175,0,0
reset
place line
xy=2.348,0,0
xy=2.348,3.393,0.739
xy=2.348,3.935,4.534
xy=2.348,2.801,4.624
xy=2.348,1.867,4.691
xy=2.348,0.934,4.733
xy=2.348,0,4.747
xy=2.348,-0.934,4.733
xy=2.348,-1.867,4.691
xy=2.348,-2.801,4.624
xy=2.348,-3.935,4.534
xy=2.348,-3.393,0.739
xy=2.348,0,0
reset
place line
xy=3.522,0,0
xy=3.522,3.315,0.807
xy=3.522,3.895,4.551
xy=3.522,2.994,4.64
xy=3.522,1.863,4.708
xy=3.522,0.931,4.749
xy=3.522,0,4.763
xy=3.522,-0.931,4.749
xy=3.522,-1.863,4.708
xy=3.522,-2.994,4.64
xy=3.522,-3.895,4.551
xy=3.522,-3.315,0.807
xy=3.522,0,0
reset
place line
xy=4.696,0,0
xy=4.696,3.205,0.902
xy=4.696,3.895,4.584
xy=4.696,2.771,4.672
xy=4.696,1.847,4.738
xy=4.696,0.924,4.779
xy=4.696,0,4.793
xy=4.696,-0.924,4.779
xy=4.696,-1.847,4.738
xy=4.696,-2.771,4.672
xy=4.696,-3.895,4.584
xy=4.696,-3.205,0.902
xy=4.696,0,0
reset
place line
xy=5.87,0,-0.006
xy=5.87,3.051,1.022
xy=5.87,3.828,4.633
xy=5.87,2.721,4.718
xy=5.87,1.814,4.782
xy=5.87,0.907,4.822
xy=5.87,0,4.835
xy=5.87,-0.907,4.822
xy=5.87,-1.814,4.782
xy=5.87,-2.721,4.718
xy=5.87,-3.828,4.633
xy=5.87,-3.051,1.022
```

```
xy=5.87,0,-0.006
reset
place line
xy=7.044,0,0
xy=7.044,2.842,1.165
xy=7.044,3.731,4.7
xy=7.044,3.517,4.701
xy=7.044,2.648,4.78
xy=7.044,1.765,4.841
xy=7.044,0.883,4.878
xy=7.044,0,4.891
xy=7.044,-0.883,4.878
xy=7.044,-1.765,4.841
xy=7.044,-2.648,4.78
xy=7.044,-3.517,4.701
xy=7.044,-3.731,4.7
xy=7.044,-2.842,1.165
xy=7.044,0,0
reset
place line
xy=8.217,0,0.048
xy=8.217,2.568,1.33
xy=8.217,3.425,4.78
xy=8.217,3.626,4.783
xy=8.217,2.569,4.859
xy=8.217,1.713,4.916
xy=8.217,0.856,4.952
xy=8.217,0,4.964
xy=8.217,-0.856,4.952
xy=8.217,-1.713,4.916
xy=8.217,-2.569,4.859
xy=8.217,-3.626,4.783
xy=8.217,-3.425,4.78
xy=8.217,-2.568,1.33
xy=8.217,0,0.048
reset
place line
xy=9.391,0,0.107
xy=9.391,2.215,1.516
xy=9.391,3.451,4.884
xy=9.391,3.246,4.884
xy=9.391,2.438,4.953
xy=9.391,1.625,5.005
xy=9.391,0.813,5.037
xy=9.391,0,5.047
xy=9.391,-0.813,5.037
xy=9.391,-1.625,5.005
xy=9.391,-2.438,4.953
xy=9.391,-3.246,4.884
xy=9.391,-3.451,4.884
xy=9.391,-2.215,1.516
xy=9.391,0,0.107
reset
place line
xy=10.565,0,0.16
xy=10.565,1.775,1.72
xy=10.565,3.165,5.003
xy=10.565,2.223,5.062
xy=10.565,1.482,5.105
xy=10.565,0.741,5.132
xy=10.565,0,5.14
xy=10.565,-0.741,5.132
xy=10.565,-1.482,5.105
```

```
xy=10.565,-2.223,5.062
xy=10.565,-3.165,5.003
xy=10.565,-1.775,1.72
xy=10.565,0,0.16
reset
place line
xy=11.739,0,0.427
xy=11.739,1.235,1.942
xy=11.739,2.841,5.141
xy=11.739,1.695,5.197
xy=11.739,0.847,5.232
xy=11.739,0,5.243
xy=11.739,-0.847,5.232
xy=11.739,-1.695,5.197
xy=11.739,-2.841,5.141
xy=11.739,-1.235,1.942
xy=11.739,0,0.427
reset
place line
xy=12.323,0,0.614
xy=12.323,0.922,2.059
xy=12.323,2.65,5.215
xy=12.323,2.292,5.218
xy=12.323,1.529,5.263
xy=12.323,0.765,5.292
xy=12.323,0,5.301
xy=12.323,-0.765,5.292
xy=12.323,-1.529,5.263
xy=12.323,-2.292,5.218
xy=12.323,-2.65,5.215
xy=12.323,-0.922,2.059
xy=12.323,0,0.614
reset
place line
xy=12.911,0,1.014
xy=12.911,0.582,2.18
xy=12.911,2.289,5.299
xy=12.911,1.986,5.299
xy=12.911,1.326,5.333
xy=12.911,0.663,5.355
xy=12.911,0,5.362
xy=12.911,-0.663,5.355
xy=12.911,-1.326,5.333
xy=12.911,-1.986,5.299
xy=12.911,-2.289,5.299
xy=12.911,-0.582,2.18
xy=12.911,0,1.014
reset
place line
xy=13.5,0,1.618
xy=13.5,0.213,2.304
xy=13.5,1.82,5.385
xy=13.5,0.81,5.417
xy=13.5,0,5.385
xy=13.5,-0.81,5.417
xy=13.5,-1.82,5.385
xy=13.5,-0.213,2.304
xy=13.5,0,1.618
reset
place line
xy=14.084,0,2.561
xy=14.084,1.379,5.476
xy=14.084,1.156,5.477
```

```
xy=14.084,0.559,5.493
xy=14.084,0,5.499
xy=14.084,-0.559,5.493
xy=14.084,-1.156,5.477
xy=14.084,-1.379,5.476
xy=14.084,0,2.561
reset
co=yellow
place line
xy=-11.151,3.361,2.563
xy=-10.564,3.506,2.352
xy=-9.39,3.564,1.991
xy=-8.216,3.567,1.702
xy=-7.043,3.547,1.457
xy=-5.869,3.538,1.225
xy=-4.695,3.53,1.031
xy=-3.521,3.521,0.875
xy=-2.347,3.512,0.759
xy=-1.174,3.509,0.697
xy=0,3.495,0.676
xy=1.175,3.455,0.692
xy=2.348,3.393,0.739
xy=3.522,3.315,0.807
xy=4.696,3.205,0.902
xy=5.87,3.051,1.022
xy=7.044,2.842,1.165
xy=8.217,2.568,1.33
xy=9.391,2.215,1.516
xy=10.565,1.775,1.72
xy=11.739,1.235,1.942
xy=12.323,0.922,2.059
xy=12.911,0.582,2.18
xy=13.5,0.213,2.304
reset
place line
xy=-11.151,-3.361,2.563
xy=-10.564,-3.506,2.352
xy=-9.39,-3.564,1.991
xy=-8.216,-3.567,1.702
xy=-7.043,-3.547,1.457
xy=-5.869,-3.538,1.225
xy=-4.695,-3.53,1.031
xy=-3.521,-3.521,0.875
xy=-2.347,-3.512,0.759
xy=-1.174,-3.509,0.697
xy=0,-3.495,0.676
xy=1.175,-3.455,0.692
xy=2.348,-3.393,0.739
xy=3.522,-3.315,0.807
xy=4.696,-3.205,0.902
xy=5.87,-3.051,1.022
xy=7.044,-2.842,1.165
xy=8.217,-2.568,1.33
xy=9.391,-2.215,1.516
xy=10.565,-1.775,1.72
xy=11.739,-1.235,1.942
xy=12.323,-0.922,2.059
xy=12.911,-0.582,2.18
xy=13.5,-0.213,2.304
reset
co=white
place line
xy=-12.442,0,5.306
```

```
xy=-12.442,1.173,5.291
xy=-11.972,3.501,5.115
xy=-11.151,3.935,5.06
xy=-10.564,3.935,5.021
xy=-9.39,3.935,4.942
xy=-8.216,3.935,4.881
xy=-7.043,3.935,4.832
xy=-5.869,3.935,4.773
xy=-4.695,3.935,4.715
xy=-3.521,3.935,4.661
xy=-2.347,3.935,4.612
xy=-1.174,3.939,4.576
xy=0,3.941,4.549
xy=1.175,3.941,4.535
xy=2.348,3.935,4.534
xy=3.522,3.895,4.551
xy=4.696,3.895,4.584
xy=5.87,3.828,4.633
xy=7.044,3.731,4.701
xy=8.217,3.626,4.783
xy=9.391,3.451,4.884
xy=10.565,3.165,5.003
xy=11.739,2.841,5.141
xy=12.323,2.65,5.215
xy=12.911,2.289,5.299
xy=13.5,1.82,5.385
xy=14.084,1.379,5.476
xy=15.259,0,5.655
reset
place line
xy=-12.442,0,5.306
xy=-12.442,-1.173,5.291
xy=-11.972,-3.501,5.115
xy=-11.151,-3.935,5.06
xy=-10.564,-3.935,5.021
xy=-9.39,-3.935,4.942
xy=-8.216,-3.935,4.881
xy=-7.043,-3.935,4.832
xy=-5.869,-3.935,4.773
xy=-4.695,-3.935,4.715
xy=-3.521,-3.935,4.661
xy=-2.347,-3.935,4.612
xy=-1.174,-3.939,4.576
xy=0,-3.941,4.549
xy=1.175,-3.941,4.535
xy=2.348,-3.935,4.534
xy=3.522,-3.895,4.551
xy=4.696,-3.895,4.584
xy=5.87,-3.828,4.633
xy=7.044,-3.731,4.701
xy=8.217,-3.626,4.783
xy=9.391,-3.451,4.884
xy=10.565,-3.165,5.003
xy=11.739,-2.841,5.141
xy=12.323,-2.65,5.215
xy=12.911,-2.289,5.299
xy=13.5,-1.82,5.385
xy=14.084,-1.379,5.476
xy=15.259,0,5.655
nul
```

Navio Padrão 2 - UST2.TXT

```
co=blue
wt=0
lc=0
Place curve
xy=0,0,3.9642
xy=2.133,0,3.3674
xy=6.399,0,2.3477
xy=8.532,0,1.9413
xy=10.665,0,1.6298
xy=12.798,0,1.4244
xy=14.931,0,1.3148
xy=17.064,0,1.2582
xy=19.197,0,1.2352
xy=21.33,0,1.2302
xy=23.463,0,1.23
xy=25.596,0,1.23
xy=27.729,0,1.23
xy=34.128,0,1.23
xy=36.261,0,1.2303
xy=36.261,0,1.2303
xy=38.394,0,1.3929
xy=40.527,0,2.9387
xy=42.66,0,6.6633
xy=40.527,0,6.5385
xy=38.394,0,6.4705
xy=36.261,0,6.4183
xy=34.128,0,6.3745
xy=31.995,0,6.35
xy=29.862,0,6.32
xy=27.729,0,6.2804
xy=25.596,0,6.2625
xy=23.463,0,6.2514
xy=21.33,0,6.2458
xy=19.197,0,6.2448
xy=12.798,0,6.2721
xy=10.665,0,6.291
xy=2.133,0,6.4035
xy=0,0,6.4035
xy=0,0,3.9642
reset
co=red
place line
xy=0,0,3.9642
xy=0,3.7139,4.3106
xy=0,4.341,4.4225
xy=0,4.4212,7.3891
xy=0,-4.4212,7.3891
xy=0,-4.341,4.4225
xy=0,-3.7139,4.3106
xy=0,0,3.9642
reset
place line
xy=2.133,0,3.3674
xy=2.133,3.8007,3.8608
xy=2.133,4.4483,4.0521
xy=2.133,4.5637,7.2978
xy=2.133,-4.5637,7.2978
xy=2.133,-4.4483,4.0521
xy=2.133,-3.8007,3.8608
xy=2.133,0,3.3674
reset
place line
xy=4.266,0,2.8287
xy=4.266,3.8654,3.4511
xy=4.266,4.5265,3.716
xy=4.266,4.6823,7.271
xy=4.266,-4.6823,7.271
xy=4.266,-4.5265,3.716
xy=4.266,-3.8654,3.4511
xy=4.266,0,2.8287
reset
place line
xy=6.399,0,2.3477
xy=6.399,3.9164,3.082
xy=6.399,4.5859,3.4157
xy=6.399,4.7832,7.2444
xy=6.399,-4.7832,7.2444
xy=6.399,-4.5859,3.4157
xy=6.399,-3.9164,3.082
xy=6.399,0,2.3477
reset
place line
xy=8.532,0,1.9413
xy=8.532,3.9613,2.769
xy=8.532,4.6351,3.1656
xy=8.532,4.8722,7.2186
xy=8.532,-4.8722,7.2186
xy=8.532,-4.6351,3.1656
xy=8.532,-3.9613,2.769
xy=8.532,0,1.9413
reset
place line
xy=10.6650,0,1.6298
xy=10.6650,4.0053,2.5188
xy=10.6650,4.6814,2.9707
xy=10.6650,4.9507,7.1935
xy=10.6650,-4.9507,7.1935
xy=10.6650,-4.6814,2.9707
xy=10.6650,-4.0053,2.5188
xy=10.6650,0,1.6298
reset
place line
xy=12.798,0,1.4244
xy=12.798,4.046,2.343
xy=12.798,4.725,2.8355
xy=12.798,5.0154,7.1718
xy=12.798,-5.0154,7.1718
xy=12.798,-4.725,2.8355
xy=12.798,-4.046,2.343
xy=12.798,0,1.4244
reset
place line
xy=14.931,0,1.3148
xy=14.931,4.0793,2.226
xy=14.931,4.7667,2.7389
xy=14.931,5.0653,7.162
xy=14.931,-5.0653,7.162
xy=14.931,-4.7667,2.7389
xy=14.931,-4.0793,2.226
xy=14.931,0,1.3148
reset
place line
xy=17.064,0,1.2582
xy=17.064,4.1019,2.1472
```

```
xy=17.064,4.8052,2.6585
xy=17.064,5.102,7.1729
xy=17.064,-5.102,7.1729
xy=17.064,-4.8052,2.6585
xy=17.064,-4.1019,2.1472
xy=17.064,0,1.2582
reset
place line
xy=19.197,0,1.2352
xy=19.197,4.1111,2.1118
xy=19.197,4.8285,2.6066
xy=19.197,5.1232,7.2062
xy=19.197,-5.1232,7.2062
xy=19.197,-4.8285,2.6066
xy=19.197,-4.1111,2.1118
xy=19.197,0,1.2352
reset
place line
xy=21.33,0,1.2302
xy=21.33,4.1038,2.1404
xy=21.33,4.8192,2.6152
xy=21.33,5.1225,7.247
xy=21.33,-5.1225,7.247
xy=21.33,-4.8192,2.6152
xy=21.33,-4.1038,2.1404
xy=21.33,0,1.2302
reset
place line
xy=23.463,0,1.23
xy=23.463,4.0727,2.2552
xy=23.463,4.757,2.7164
xy=23.463,5.0918,7.2916
xy=23.463,-5.0918,7.2916
xy=23.463,-4.757,2.7164
xy=23.463,-4.0727,2.2552
xy=23.463,0,1.23
reset
place line
xy=25.596,0,1.23
xy=25.596,3.991,2.4563
xy=25.596,4.6234,2.9137
xy=25.596,5.0188,7.3395
xy=25.596,-5.0188,7.3395
xy=25.596,-4.6234,2.9137
xy=25.596,-3.991,2.4563
xy=25.596,0,1.23
reset
place line
xy=27.729,0,1.23
xy=27.729,3.836,2.7152
xy=27.729,4.4172,3.1764
xy=27.729,4.8985,7.3978
xy=27.729,-4.8985,7.3978
xy=27.729,-4.4172,3.1764
xy=27.729,-3.836,2.7152
xy=27.729,0,1.23
reset
place line
xy=29.862,4.747,7.5409
xy=29.862,4.1513,3.4715
xy=29.862,3.6058,3.0016
xy=29.862,0,1.23
xy=29.862,-3.6058,3.0016
xy=29.862,-4.1513,3.4715
xy=29.862,-4.747,7.5409
xy=29.862,4.747,7.5409
reset
place line
xy=31.995,4.802,8.9565
xy=31.995,3.8408,3.7816
xy=31.995,3.318,3.3003
xy=31.995,0,1.23
xy=31.995,-3.318,3.3003
xy=31.995,-3.8408,3.7816
xy=31.995,-4.802,8.9565
xy=31.995,4.802,8.9565
reset
place line
xy=34.128,0,1.23
xy=34.128,2.9916,3.6067
xy=34.128,3.4956,4.1018
xy=34.128,4.6522,9.1012
xy=34.128,-4.6522,9.1012
xy=34.128,-3.4956,4.1018
xy=34.128,-2.9916,3.6067
xy=34.128,0,1.23
reset
place line
xy=36.261,0,1.2303
xy=36.261,2.6217,3.9218
xy=36.261,3.101,4.4337
xy=36.261,4.5223,9.4159
xy=36.261,-4.5223,9.4159
xy=36.261,-3.101,4.4337
xy=36.261,-2.6217,3.9218
xy=36.261,0,1.2303
reset
place line
xy=38.394,0,1.3929
xy=38.394,2.1513,4.2513
xy=38.394,2.5837,4.7848
xy=38.394,4.4799,10.2168
xy=38.394,-4.4799,10.2168
xy=38.394,-2.5837,4.7848
xy=38.394,-2.1513,4.2513
xy=38.394,0,1.3929
reset
place line
xy=40.527,0,2.9387
xy=40.527,1.2427,4.6157
xy=40.527,1.6664,5.173
xy=40.527,3.9466,10.2682
xy=40.527,-3.9466,10.2682
xy=40.527,-1.6664,5.173
xy=40.527,-1.2427,4.6157
xy=40.527,0,2.9387
reset
place line
xy=42.66,0,5.7388
xy=42.66,3.1952,10.3196
xy=42.66,-3.1952,10.3196
xy=42.66,0,5.7388
reset
co=yellow
place line
xy=0,3.7139,4.3106
```

```
xy=2.133,3.8007,3.8608
xy=4.266,3.8654,3.4511
xy=6.399,3.9164,3.082
xy=8.532,3.9613,2.769
xy=10.6650,4.0053,2.5188
xy=12.798,4.046,2.343
xy=14.931,4.0793,2.226
xy=17.064,4.1019,2.1472
xy=19.197,4.1111,2.1118
xy=21.33,4.1038,2.1404
xy=23.463,4.0727,2.2552
xy=25.596,3.991,2.4563
xy=27.729,3.836,2.7152
xy=29.862,3.6058,3.0016
xy=31.995,3.318,3.3003
xy=34.128,2.9916,3.6067
xy=36.261,2.6217,3.9218
xy=38.394,2.1513,4.2513
xy=40.527,1.2427,4.6157
reset
place line
xy=0,-3.7139,4.3106
xy=2.133,-3.8007,3.8608
xy=4.266,-3.8654,3.4511
xy=6.399,-3.9164,3.082
xy=8.532,-3.9613,2.769
xy=10.6650,-4.0053,2.5188
xy=12.798,-4.046,2.343
xy=14.931,-4.0793,2.226
xy=17.064,-4.1019,2.1472
xy=19.197,-4.1111,2.1118
xy=21.33,-4.1038,2.1404
xy=23.463,-4.0727,2.2552
xy=25.596,-3.991,2.4563
xy=27.729,-3.836,2.7152
xy=29.862,-3.6058,3.0016
xy=31.995,-3.318,3.3003
xy=34.128,-2.9916,3.6067
xy=36.261,-2.6217,3.9218
xy=38.394,-2.1513,4.2513
xy=40.527,-1.2427,4.6157
reset
place line
xy=0,4.341,4.4225
xy=2.133,4.4483,4.0521
xy=4.266,4.5265,3.716
xy=6.399,4.5859,3.4157
xy=8.532,4.6351,3.1656
xy=10.6650,4.6814,2.9707
xy=12.798,4.725,2.8355
xy=14.931,4.7667,2.7389
xy=17.064,4.8052,2.6585
xy=19.197,4.8285,2.6066
xy=21.33,4.8192,2.6152
xy=23.463,4.757,2.7164
xy=25.596,4.6234,2.9137
xy=27.729,4.4172,3.1764
xy=29.862,4.1513,3.4715
xy=31.995,3.8408,3.7816
xy=34.128,3.4956,4.1018
xy=36.261,3.101,4.4337
xy=38.394,2.5837,4.7848
xy=40.527,1.6664,5.173
reset
co=white
place line
xy=0,4.4212,7.3891
xy=2.133,4.5637,7.2978
xy=4.266,4.6823,7.271
xy=6.399,4.7832,7.2444
xy=8.532,4.8722,7.2186
xy=10.6650,4.9507,7.1935
xy=12.798,5.0154,7.1718
xy=14.931,5.0653,7.162
xy=17.064,5.102,7.1729
xy=19.197,5.1232,7.2062
xy=21.33,5.1225,7.247
xy=23.463,5.0918,7.2916
xy=25.596,5.0188,7.3395
xy=27.729,4.8985,7.3978
xy=29.862,4.747,7.5409
xy=31.995,4.802,8.9565
xy=34.128,4.6522,9.1012
xy=36.261,4.5223,9.4159
xy=38.394,4.4799,10.2168
xy=40.527,3.9466,10.2682
xy=42.66,3.1952,10.3196
reset
co=white
place line
xy=0,-4.4212,7.3891
xy=2.133,-4.5637,7.2978
xy=4.266,-4.6823,7.271
xy=6.399,-4.7832,7.2444
xy=8.532,-4.8722,7.2186
xy=10.6650,-4.9507,7.1935
xy=12.798,-5.0154,7.1718
xy=14.931,-5.0653,7.162
xy=17.064,-5.102,7.1729
xy=19.197,-5.1232,7.2062
xy=21.33,-5.1225,7.247
xy=23.463,-5.0918,7.2916
xy=25.596,-5.0188,7.3395
xy=27.729,-4.8985,7.3978
```

xy=29.862, -4.747, 7.5409
xy=31.995, -4.802, 8.9565
xy=34.128, -4.6522, 9.1012
xy=36.261, -4.5223, 9.4159

xy=38.394, -4.4799, 10.2168
xy=40.527, -3.9466, 10.2682
xy=42.66, -3.1952, 10.3196
nul

Anexo 3

Curvas Hidrostáticas

Navio Padrão 1 - NEW1.TXT	5.22 1.694 1 -24.19978 0 0
	5.255 .847 1 -70.58284 0 0
FV1	5.267 0 1 70.58284 0 0
1	5.255 -.847 1 24.19978 0 0
DEN	5.22 -1.694 1 19.03642 0 0
m/t	5.165 -2.741 1 -1.844549 0 0
s	3.679 0 1 0 0 0
28.868 25.54 7.88 4.549 3.17 2.128	-11.972 11
35	3.045 0 1 1.691305 0 0
15.259 5.655	5.115 3.501 1 -14.45068 0 0
14.085 2.561	5.186 2.475 1 -15.2778 0 0
12.911 1.014	5.24 1.65 1 -25.00001 0 0
11.738 .427	5.273 .825 1 -74.99893 0 0
9.39 .107	5.284 0 1 74.99893 0 0
7.043 0	5.273 -.825 1 25.00001 0 0
4.695 0	5.24 -1.65 1 15.2778 0 0
2.347 0	5.186 -2.475 1 14.45068 0 0
0 0	5.115 -3.501 1 -1.691305 0 0
-2.347 0	3.045 0 1 0 0 0
-4.695 .398	-11.738 13
-7.043 .942	2.411 0 1 12.815 0 0
-9.39 1.646	2.611 2.563 1 .4786978 0 0
-11.151 2.22	5.099 3.754 1 -13.28045 0 0
-11.972 3.045	5.181 2.665 1 -14.55741 0 0
-12.207 3.679	5.242 1.777 1 -23.39467 0 0
-12.442 4.312	5.28 .888 1 -68.30763 0 0
-12.442 5.306	5.293 0 1 68.30763 0 0
-12.207 5.267	5.28 -.888 1 23.39467 0 0
-11.972 5.284	5.242 -1.777 1 14.55741 0 0
-11.151 5.273	5.181 -2.665 1 13.28045 0 0
-9.39 5.154	5.099 -3.754 1 -.4786978 0 0
-7.043 5.044	2.611 -2.563 1 -12.815 0 0
-4.695 4.982	2.411 0 1 0 0 0
-2.347 4.825	-11.151 13
0 4.762	2.22 0 1 9.798836 0 0
2.347 4.747	2.563 3.361 1 .2298758 0 0
4.695 4.793	5.06 3.935 1 -12.74154 0 0
7.043 4.891	5.149 2.801 1 -13.73533 0 0
9.39 5.047	5.217 1.867 1 -22.78055 0 0
11.738 5.243	5.258 .933 1 -62.20055 0 0
12.911 5.362	5.273 0 1 62.20055 0 0
14.085 5.494	5.258 -.933 1 22.78055 0 0
15.259 5.674	5.217 -1.867 1 13.73533 0 0
15.259 5.655	5.149 -2.801 1 12.74154 0 0
30	5.06 -3.935 1 -.2298758 0 0
-12.442 7	2.563 -3.361 1 -9.798836 0 0
4.312 0 1 1.198161 0 0	2.22 0 1 0 0 0
5.291 1.173 1 -62.45366 0 0	-10.564 13
5.302 .486 1 -121.4943 0 0	2.029 0 1 10.85449 0 0
5.306 0 1 121.4943 0 0	2.352 3.506 1 .1607343 0 0
5.302 -.486 1 62.45366 0 0	5.021 3.935 1 -12.74154 0 0
5.291 -1.173 1 -1.198161 0 0	5.11 2.801 1 -13.94032 0 0
4.312 0 1 222.9098 0 0	5.177 1.867 1 -22.21438 0 0
-12.207 9	5.219 .934 1 -66.71458 0 0
3.679 0 1 1.844549 0 0	5.233 0 1 66.71458 0 0
5.165 2.741 1 -19.03642 0 0	5.219 -.934 1 22.21438 0 0

5.177 -1.867 1 13.94032 0 0
5.11 -2.801 1 12.74154 0 0
5.021 -3.935 1 -.1607343 0 0
2.352 -3.506 1 -10.85449 0 0
2.029 0 1 0 0 0
-9.39 15
1.645 0 1 8.400008 0 0
1.65 .042 1 10.32844 0 0
1.991 3.564 1 .1257201 0 0
4.942 3.935 1 -12.74154 0 0
5.031 2.801 1 -13.94032 0 0
5.098 1.867 1 -22.21438 0 0
5.14 .934 1 -66.71458 0 0
5.154 0 1 66.71458 0 0
5.14 -.934 1 22.21438 0 0
5.098 -1.867 1 13.94032 0 0
5.031 -2.801 1 12.74154 0 0
4.942 -3.935 1 -.1257201 0 0
1.991 -3.564 1 -10.32844 0 0
1.65 -.042 1 -8.400008 0 0
1.645 0 1 0 0 0
-8.216 15
1.264 0 1 8.232561 0 0
1.307 .354 1 8.134177 0 0
1.702 3.567 1 .1157597 0 0
4.881 3.935 1 -12.59998 0 0
4.971 2.801 1 -13.94032 0 0
5.038 1.867 1 -22.75616 0 0
5.079 .934 1 -62.26722 0 0
5.094 0 1 62.26722 0 0
5.079 -.934 1 22.75616 0 0
5.038 -1.867 1 13.94032 0 0
4.971 -2.801 1 12.59998 0 0
4.881 -3.935 1 -.1157597 0 0
1.702 -3.567 1 -8.134177 0 0
1.307 -.354 1 -8.232561 0 0
1.264 0 1 0 0 0
-7.043 15
.942 0 1 6.945454 0 0
.997 .382 1 6.880434 0 0
1.457 3.547 1 .114963 0 0
4.832 3.935 1 -12.74154 0 0
4.921 2.801 1 -13.73533 0 0
4.989 1.867 1 -22.75589 0 0
5.03 .934 1 -66.71458 0 0
5.044 0 1 66.71458 0 0
5.03 -.934 1 22.75589 0 0
4.989 -1.867 1 13.73533 0 0
4.921 -2.801 1 12.74154 0 0
4.832 -3.935 1 -.114963 0 0
1.457 -3.547 1 -6.880434 0 0
.997 -.382 1 -6.945454 0 0
.942 0 1 0 0 0
-5.869 15
.653 0 1 6.215686 0 0
.704 .317 1 6.182342 0 0
1.225 3.538 1 .111894 0 0
4.773 3.935 1 -12.74154 0 0
4.862 2.801 1 -13.73533 0 0
4.93 1.867 1 -22.23794 0 0
4.972 .933 1 -66.64315 0 0
4.986 0 1 66.64315 0 0
4.972 -.933 1 22.23794 0 0
4.93 -1.867 1 13.73533 0 0
4.862 -2.801 1 12.74154 0 0
4.773 -3.935 1 -.111894 0 0
1.225 -3.538 1 -6.182342 0 0
.704 -.317 1 -6.215686 0 0
.653 0 1 0 0 0
-4.695 15
.398 0 1 5.512194 0 0
.439 .226 1 5.581081 0 0
1.031 3.53 1 .1099348 0 0
4.715 3.935 1 -12.74161 0 0
4.804 2.801 1 -13.73523 0 0
4.872 1.867 1 -22.78055 0 0
4.913 .933 1 -62.20055 0 0
4.928 0 1 62.20055 0 0
4.913 -.933 1 22.78055 0 0
4.872 -1.867 1 13.73523 0 0
4.804 -2.801 1 12.74161 0 0
4.715 -3.935 1 -.1099348 0 0
1.031 -3.53 1 -5.581081 0 0
.439 -.226 1 -5.512194 0 0
.398 0 1 0 0 0
-3.521 15
.168 0 1 4.999998 0 0
.194 .13 1 4.979442 0 0
.875 3.521 1 .1093503 0 0
4.661 3.935 1 -12.74154 0 0
4.75 2.801 1 -13.94032 0 0
4.817 1.867 1 -22.21413 0 0
4.859 .934 1 -66.71458 0 0
4.873 0 1 66.71458 0 0
4.859 -.934 1 22.21413 0 0
4.817 -1.867 1 13.94032 0 0
4.75 -2.801 1 12.74154 0 0
4.661 -3.935 1 -.1093503 0 0
.875 -3.521 1 -4.979442 0 0
.194 -.13 1 -4.999998 0 0
.168 0 1 0 0 0
-2.347 15
0 0 1 4.785714 0 0
.014 .067 1 4.624161 0 0
.759 3.512 1 .1097846 0 0
4.612 3.935 1 -12.59998 0 0
4.702 2.801 1 -13.94032 0 0
4.769 1.867 1 -22.21438 0 0
4.811 .934 1 -66.71458 0 0
4.825 0 1 66.71458 0 0
4.811 -.934 1 22.21438 0 0
4.769 -1.867 1 13.94032 0 0
4.702 -2.801 1 12.59998 0 0
4.612 -3.935 1 -.1097846 0 0
.759 -3.512 1 -4.624161 0 0
.014 -.067 1 -4.785714 0 0
0 0 1 0 0 0
-1.174 13

-025 0 1 4.860111 0 0	4.64 2.994 1 -16.63227 0 0
.697 3.509 1 .1108533 0 0	4.708 1.863 1 -22.73177 0 0
4.576 3.939 1 -12.75284 0 0	4.749 .931 1 -66.50029 0 0
4.665 2.804 1 -13.75003 0 0	4.763 0 1 66.50029 0 0
4.733 1.869 1 -22.78028 0 0	4.749 -.931 1 22.73177 0 0
4.774 .935 1 -62.33389 0 0	4.708 -1.863 1 16.63227 0 0
4.789 0 1 62.33389 0 0	4.64 -2.994 1 8.224744 0 0
4.774 -.935 1 22.78028 0 0	4.551 -3.726 1 -.1097756 0 0
4.733 -1.869 1 13.75003 0 0	.807 -3.315 1 -4.107807 0 0
4.665 -2.804 1 12.75284 0 0	0 0 1 0 0 0
4.576 -3.939 1 -.1108533 0 0	4.696 13
.697 -3.509 1 -4.860111 0 0	0 0 1 3.553215 0 0
-025 0 1 0 0 0	.902 3.205 1 .1873982 0 0
0 13	4.584 3.895 1 -12.77275 0 0
0 0 1 5.170118 0 0	4.672 2.771 1 -14 0 0
.676 3.495 1 .1151562 0 0	4.738 1.847 1 -22.51225 0 0
4.549 3.941 1 -12.61109 0 0	4.779 .924 1 -65.99804 0 0
4.639 2.806 1 -13.95524 0 0	4.793 0 1 65.99804 0 0
4.706 1.871 1 -22.28556 0 0	4.779 -.924 1 22.51225 0 0
4.748 .935 1 -66.786 0 0	4.738 -1.847 1 14 0 0
4.762 0 1 66.786 0 0	4.672 -2.771 1 12.77275 0 0
4.748 -.935 1 22.28556 0 0	4.584 -3.895 1 -.1873982 0 0
4.706 -1.871 1 13.95524 0 0	.902 -3.205 1 -3.553215 0 0
4.639 -2.806 1 12.61109 0 0	0 0 1 0 0 0
4.549 -3.941 1 -.1151562 0 0	5.87 13
.676 -3.495 1 -5.170118 0 0	-006 0 1 2.967899 0 0
0 0 1 0 0 0	1.022 3.051 1 .2151758 0 0
1.175 13	4.633 3.828 1 -13.02353 0 0
0 0 1 4.992775 0 0	4.718 2.721 1 -14.17185 0 0
.692 3.455 1 .1264637 0 0	4.782 1.814 1 -22.67502 0 0
4.535 3.941 1 -12.61109 0 0	4.822 .907 1 -69.76917 0 0
4.625 2.806 1 -13.97017 0 0	4.835 0 1 69.76917 0 0
4.692 1.87 1 -22.26175 0 0	4.822 -.907 1 22.67502 0 0
4.734 .935 1 -66.786 0 0	4.782 -1.814 1 14.17185 0 0
4.748 0 1 66.786 0 0	4.718 -2.721 1 13.02353 0 0
4.734 -.935 1 22.26175 0 0	4.633 -3.828 1 -.2151758 0 0
4.692 -1.87 1 13.97017 0 0	1.022 -3.051 1 -2.967899 0 0
4.625 -2.806 1 12.61109 0 0	-006 0 1 0 0 0
4.535 -3.941 1 -.1264637 0 0	7.044 15
.692 -3.455 1 -4.992775 0 0	0 0 1 2.439485 0 0
0 0 1 0 0 0	1.165 2.842 1 .2514851 0 0
2.348 13	4.7 3.731 1 -213.9135 0 0
0 0 1 4.59134 0 0	4.701 3.517 1 -11 0 0
.739 3.393 1 .1428195 0 0	4.78 2.648 1 -14.47544 0 0
4.534 3.935 1 -12.59998 0 0	4.841 1.765 1 -23.83803 0 0
4.624 2.801 1 -13.94032 0 0	4.878 .883 1 -67.92302 0 0
4.691 1.867 1 -22.21438 0 0	4.891 0 1 67.92302 0 0
4.733 .934 1 -66.7123 0 0	4.878 -.883 1 23.83803 0 0
4.747 0 1 66.7123 0 0	4.841 -1.765 1 14.47544 0 0
4.733 -.934 1 22.21438 0 0	4.78 -2.648 1 11 0 0
4.691 -1.867 1 13.94032 0 0	4.701 -3.517 1 213.9135 0 0
4.624 -2.801 1 12.59998 0 0	4.7 -3.731 1 -.2514851 0 0
4.534 -3.935 1 -.1428195 0 0	1.165 -2.842 1 -2.439485 0 0
.739 -3.393 1 -4.59134 0 0	0 0 1 0 0 0
0 0 1 0 0 0	8.217 15
3.522 13	.048 0 1 2.00312 0 0
0 0 1 4.107807 0 0	1.33 2.568 1 .2484057 0 0
.807 3.315 1 .1097756 0 0	4.78 3.425 1 67.00485 0 0
4.551 3.726 1 -8.224744 0 0	4.783 3.626 1 -13.90786 0 0

4.859 2.569 1 -15.01763 0 0	5.218 2.292 1 -16.95553 0 0
4.916 1.713 1 -23.80539 0 0	5.263 1.529 1 -26.34501 0 0
4.952 .856 1 -71.33283 0 0	5.292 .765 1 -84.99715 0 0
4.964 0 1 71.33283 0 0	5.301 0 1 84.99715 0 0
4.952 -.856 1 23.80539 0 0	5.292 -.765 1 26.34501 0 0
4.916 -1.713 1 15.01763 0 0	5.263 -1.529 1 16.95553 0 0
4.859 -2.569 1 13.90786 0 0	5.218 -2.292 1 67.00485 0 0
4.783 -3.626 1 -67.00485 0 0	5.215 -2.493 1 -.497782 0 0
4.78 -3.425 1 -.2484057 0 0	2.059 -.922 1 -.6380623 0 0
1.33 -2.568 1 -2.00312 0 0	.614 0 1 0 0 0
.048 0 1 0 0 0	12.911 13
9.391001 15	1.014 0 1 .4991424 0 0
.107 0 1 1.572037 0 0	2.18 .582 1 .5152292 0 0
1.516 2.215 1 .3669834 0 0	5.299 2.189 1 0 0 0
4.884 3.451 1 0 0 0	5.299 1.986 1 -19.41154 0 0
4.884 3.246 1 -11.7101 0 0	5.333 1.326 1 -30.13659 0 0
4.953 2.438 1 -15.6346 0 0	5.355 .663 1 -94.7147 0 0
5.005 1.625 1 -25.37495 0 0	5.362 0 1 94.7147 0 0
5.037 .813 1 -81.30202 0 0	5.355 -.663 1 30.13659 0 0
5.047 0 1 81.30202 0 0	5.333 -1.326 1 19.41154 0 0
5.037 -.813 1 25.37495 0 0	5.299 -1.986 1 0 0 0
5.005 -1.625 1 15.6346 0 0	5.299 -2.189 1 -.5152292 0 0
4.953 -2.438 1 11.7101 0 0	2.18 -.582 1 -.4991424 0 0
4.884 -3.246 1 0 0 0	1.014 0 1 0 0 0
4.884 -3.451 1 -.3669834 0 0	13.5 11
1.516 -2.215 1 -1.572037 0 0	1.618 0 1 .3104957 0 0
.107 0 1 0 0 0	2.304 .213 1 .5215839 0 0
10.565 15	5.385 1.82 1 0 0 0
.16 0 1 1.13782 0 0	5.385 1.615 1 -25.15657 0 0
1.72 1.775 1 .3624734 0 0	5.417 .81 1 25.31283 0 0
5.003 2.965 1 -12.3997 0 0	5.385 0 1 -25.31283 0 0
5.013 2.841 1 -12.6123 0 0	5.417 -.81 1 25.15657 0 0
5.062 2.223 1 -17.23247 0 0	5.385 -1.615 1 0 0 0
5.105 1.482 1 -27.44449 0 0	5.385 -1.82 1 -.5215839 0 0
5.132 .741 1 -92.62619 0 0	2.304 -.213 1 -.3104957 0 0
5.14 0 1 92.62619 0 0	1.618 0 1 0 0 0
5.132 -.741 1 27.44449 0 0	14.084 9
5.105 -1.482 1 17.23247 0 0	2.561 0 1 .4730704 0 0
5.062 -2.223 1 12.6123 0 0	5.476 1.379 1 -222.9098 0 0
5.013 -2.841 1 12.3997 0 0	5.477 1.156 1 -37.31298 0 0
5.003 -2.965 1 -.3624734 0 0	5.493 .559 1 -93.16602 0 0
1.72 -1.775 1 -1.13782 0 0	5.499 0 1 93.16602 0 0
.16 0 1 0 0 0	5.493 -.559 1 37.31298 0 0
11.739 11	5.477 -1.156 1 222.9098 0 0
.427 0 1 .8151815 0 0	5.476 -1.379 1 -.4730704 0 0
1.942 1.235 1 .4713973 0 0	2.561 0 1 0 0 0
5.141 2.743 1 -18.71421 0 0	14.085 9
5.197 1.695 1 -24.22868 0 0	2.561 0 1 .4730704 0 0
5.232 .847 1 -76.99891 0 0	5.476 1.379 1 -222.9098 0 0
5.243 0 1 76.99891 0 0	5.477 1.156 1 -34.81295 0 0
5.232 -.847 1 24.22868 0 0	5.493 .599 1 -99.83263 0 0
5.197 -1.695 1 18.71421 0 0	5.499 0 1 99.83263 0 0
5.141 -2.743 1 -.4713973 0 0	5.493 -.599 1 34.81295 0 0
1.942 -1.235 1 -.8151815 0 0	5.477 -1.156 1 222.9098 0 0
.427 0 1 0 0 0	5.476 -1.379 1 -.4730704 0 0
12.323 13	2.561 0 1 0 0 0
.614 0 1 .6380623 0 0	□
2.059 .922 1 .497782 0 0	
5.215 2.493 1 -67.00485 0 0	

Navio Padrão 2 - NEW2.TXT

FV1	3.8608 -3.8007 1 -7.703079 0 0
2	3.3674 0 1 1.175 13 0
usp	4.266 7
m/t	2.8287 0 1 6.210475 0 0
s	3.4511 3.8654 1 2.49566 0 0
48 42.54 10 5 4.2 21.33	3.716 4.5265 1 4.382556E-02 0 0
35	7.271 4.6823 1 2.59038 0 0
0 3.9642	3.716 -4.5265 1 -2.49566 0 0
2.133 3.3674	3.4511 -3.8654 1 -6.210475 0 0
6.399 2.3477	2.8287 0 1 1.175 13 0
8.532 1.9413	6.399 7
10.665 1.6298	2.3477 0 1 5.333516 0 0
12.798 1.4244	3.082 3.9164 1 2.006293 0 0
14.931 1.3148	3.4157 4.5859 1 5.153184E-02 0 0
17.064 1.2582	7.2444 4.7832 1 2.447071 0 0
19.197 1.2352	3.4157 -4.5859 1 -2.006293 0 0
21.33 1.2302	3.082 -3.9164 1 -5.333516 0 0
23.463 1.23	2.3477 0 1 1.175 13 0
25.596 1.23	8.532 7
27.729 1.23	1.9413 0 1 4.785913 0 0
34.128 1.23	2.769 3.9613 1 1.698941 0 0
36.261 1.2303	3.1656 4.6351 1 5.849991E-02 0 0
36.261 1.2303	7.2186 4.8722 1 2.345744 0 0
38.394 1.3929	3.1656 -4.6351 1 -1.698941 0 0
40.527 2.9387	2.769 -3.9613 1 -4.785913 0 0
42.66 6.6633	1.9413 0 1 1.175 13 0
40.527 6.5385	10.665 7
38.394 6.4705	1.6298 0 1 4.505399 0 0
36.261 6.4183	2.5188 4.0053 1 1.496127 0 0
34.128 6.3745	2.9707 4.6814 1 6.377284E-02 0 0
31.995 6.35	7.1935 4.9507 1 2.280974 0 0
29.862 6.32	2.9707 -4.6814 1 -1.496127 0 0
27.729 6.2804	2.5188 -4.0053 1 -4.505399 0 0
25.596 6.2625	1.6298 0 1 1.175 13 0
23.463 6.2514	12.798 7
21.33 6.2458	1.4244 0 1 4.404529 0 0
19.197 6.2448	2.343 4.046 1 1.37868 0 0
12.798 6.2721	2.8355 4.725 1 6.696954E-02 0 0
10.665 6.291	7.1718 5.0154 1 2.246247 0 0
2.133 6.4035	2.8355 -4.725 1 -1.37868 0 0
0 6.4035	2.343 -4.046 1 -4.404529 0 0
0 3.9642	1.4244 0 1 1.175 13 0
21	14.931 7
0 7	1.3148 0 1 4.476843 0 0
3.9642 0 1 10.72143 0 0	2.226 4.0793 1 1.340222 0 0
4.3106 3.7139 1 5.604094 0 0	2.7389 4.7667 1 6.750925E-02 0 0
4.4225 4.341 1 2.703422E-02 0 0	7.162 5.0653 1 2.222875 0 0
7.3891 4.4212 1 2.953617 0 0	2.7389 -4.7667 1 -1.340222 0 0
4.4225 -4.341 1 -5.604094 0 0	2.226 -4.0793 1 -4.476843 0 0
4.3106 -3.7139 1 -10.72143 0 0	1.3148 0 1 1.175 13 0
3.9642 0 1 -13.28009 13 0	17.064 7
2.133 7	1.2582 0 1 4.61406 0 0
3.3674 0 1 7.703079 0 0	2.1472 4.1019 1 1.375514 0 0
3.8608 3.8007 1 3.385256 0 0	2.6585 4.8052 1 .0657452 0 0
4.0521 4.4483 1 3.555483E-02 0 0	7.1729 5.102 1 2.194577 0 0
7.2978 4.5637 1 2.776597 0 0	2.6585 -4.8052 1 -1.375514 0 0
4.0521 -4.4483 1 -3.385256 0 0	2.1472 -4.1019 1 -4.61406 0 0
	1.2582 0 1 1.175 13 0
	19.197 7

1.2352 0 1 4.689825 0 0
2.1118 4.1111 1 1.449878 0 0
2.6066 4.8285 1 6.407082E-02 0 0
7.2062 5.1232 1 2.163601 0 0
2.6066 -4.8285 1 -1.449878 0 0
2.1118 -4.1111 1 -4.689825 0 0
1.2352 0 1 1.175 13 0
21.33 7
1.2302 0 1 4.50868 0 0
2.1404 4.1038 1 1.50674 0 0
2.6152 4.8192 1 6.548208E-02 0 0
7.247 5.1225 1 2.146401 0 0
2.6152 -4.8192 1 -1.50674 0 0
2.1404 -4.1038 1 -4.50868 0 0
1.2302 0 1 1.175 13 0
23.463 7
1.23 0 1 3.972591 0 0
2.2552 4.0727 1 1.483738 0 0
2.7164 4.757 1 7.317718E-02 0 0
7.2916 5.0918 1 2.152649 0 0
2.7164 -4.757 1 -1.483738 0 0
2.2552 -4.0727 1 -3.972591 0 0
1.23 0 1 1.175 13 0
25.596 7
1.23 0 1 3.254505 0 0
2.4563 3.991 1 1.382598 0 0
2.9137 4.6234 1 8.933969E-02 0 0
7.3395 5.0188 1 2.178635 0 0
2.9137 -4.6234 1 -1.382598 0 0
2.4563 -3.991 1 -3.254505 0 0
1.23 0 1 1.175 13 0
27.729 7
1.23 0 1 2.582817 0 0
2.7152 3.836 1 1.260191 0 0
3.1764 4.4172 1 .1140143 0 0
7.3978 4.8985 1 2.20678 0 0
3.1764 -4.4172 1 -1.260191 0 0
2.7152 -3.836 1 -2.582817 0 0
1.23 0 1 1.175 13 0
29.862 7
7.5409 4.747 1 .1463853 0 0
3.4715 4.1513 1 1.160886 0 0
3.0016 3.6058 1 2.035335 0 0
1.23 0 1 -2.035335 0 0
3.0016 -3.6058 1 -1.160886 0 0
3.4715 -4.1513 1 2.186637 0 0
7.5409 4.747 1 3.340604 13 0
31.995 7
8.9565 4.802 1 .1857427 0 0
3.7816 3.8408 1 1.086224 0 0
3.3003 3.318 1 1.602666 0 0
1.23 0 1 -1.602666 0 0
3.3003 -3.318 1 -1.086224 0 0
3.7816 -3.8408 1 1.670139 0 0
8.9565 4.802 1 1.175 13 0
34.128 7
1.23 0 1 1.25872 0 0
3.6067 2.9916 1 1.017976 0 0
4.1018 3.4956 1 .2313478 0 0
9.1012 4.6522 1 1.629756 0 0
4.1018 -3.4956 1 -1.017976 0 0
3.6067 -2.9916 1 -1.25872 0 0
1.23 0 1 1.175 13 0
36.261 7
1.2303 0 1 .9740666 0 0
3.9218 2.6217 1 .9363154 0 0
4.4337 3.101 1 .2852755 0 0
9.4159 4.5223 1 1.530107 0 0
4.4337 -3.101 1 -.9363154 0 0
3.9218 -2.6217 1 -.9740666 0 0
1.2303 0 1 1.175 13 0
38.394 7
1.3929 0 1 .7526239 0 0
4.2513 2.1513 1 .8104964 0 0
4.7848 2.5837 1 .3490796 0 0
10.2168 4.4799 1 1.300368 0 0
4.7848 -2.5837 1 -.8104964 0 0
4.2513 -2.1513 1 -.7526239 0 0
1.3929 0 1 1.175 13 0
40.527 7
2.9387 0 1 .7410257 0 0
4.6157 1.2427 1 .7602726 0 0
5.173 1.6664 1 .4475192 0 0
10.2682 3.9466 1 1.101625 0 0
5.173 -1.6664 1 -.7602726 0 0
4.6157 -1.2427 1 -.7410257 0 0
2.9387 0 1 1.175 13 0
42.66 3
5.7388 0 1 .6975201 0 0
10.3196 3.1952 1 .6975201 0 0
5.7388 0 1 4.748 .935 1
□

Anexo 4 Estabilidade

4.1 Arquivos PLAN1.XLS e PLAN2.XLS

São os arquivos feitos no EXCEL, para os dois tipos de arranjos de tanques. É preciso ingresar 3 dados fundamentais: O comprimento, a boca e o pontal do navio em projeto, calcula os novos dados em base a uma razão de proporcionalidad que gera as dimensões dos diversos tanques, partindo das seguintes formulações:

a. Cálculo do Comprimento Máximo do tanque de Navio de Projeto

$$L_{t j} = \frac{L_j \times L_t}{L_p}$$

b. Cálculo da Boca Máxima do tanque de Navio de Projeto

$$B_{t j} = \frac{B_j \times B_t}{B_p}$$

c. Cálculo do Pontal Máximo do tanque de Navio de Projeto

$$D_{t j} = \frac{D_j \times D_t}{D_p}$$

Os VCG e LCG que são obtidos a partir de somatórias de pesos e momentos do casco e cada uno dos componentes da embarcação pesqueira que se esta projetando. Os deslocamentos em cada condição serviram de referência para dispor das informações necessárias para preencher os arquivos das curvas cruzadas e das curvas hidrostáticas.

$$Cwl = \frac{Awl}{Loa \times B}$$

$$Cx = -2.75792 Cb^2 + 3.69 Cb - 0.379542$$

A continuação se apresentam as estruturas das dois planilhas de calculo
PLAN1.XLS e PLAN2.XLS:

Comprimento Padrão= 28.868
 Boca Padrão= 7.888
 Portal Padrão= 4.534

Comprimento de Projeto= 28.868
 Boca de Projeto= 7.888
 Portal de Projeto= 4.534

ITEM	DESCRIÇÃO	CAPACI DADE (Metro ³)	PI.SO (Tm)	VCG (mt)				LCG (mt)				DENSI DADE (Tm/ mt ³)	COMP. MAX. DO TANQ.	BOCA MX DO TANQ.	ALT. MAX. DO TANQ.	Cb
				100%	50%	20%	10%	100%	50%	20%	10%					
1	Navio Leve	0	308.31	2.7204	0	0	0	-2.742	0	0	0	0	0	0	0	0
3	TQ. Água Potável Bbdo.	3.868	3.868	2.67506	1.969	0	0.7498	4.186	4.186	0	4.186	1	1.173	1.493	3.048	0.725
3	TQ. Água Potável Brte.	3.868	3.868	2.67506	1.969	0	0.7498	4.186	4.186	0	4.186	1	1.173	1.493	3.048	0.725
4	Duplo Fundo 1 Bbdo.	14.161	12.320	0.72544	0.533	0	0.1318	0.346	0.346	0	0.346	0.87	8.214	3.109	1.003	0.553
4	Duplo Fundo 1 Brte.	14.161	12.320	0.72544	0.533	0	0.1318	0.346	0.346	0	0.346	0.87	8.214	3.109	1.003	0.553
4	Duplo Fundo 2 Bbdo.	6.875	5.981	0.77078	0.603	0	0.2018	-5.341	-5.341	0	-5.341	0.87	5.867	3.109	1.003	0.376
4	Duplo Fundo 2 Brte.	6.875	5.981	0.77078	0.603	0	0.2018	-5.341	-5.341	0	-5.341	0.87	5.867	3.109	1.003	0.376
4	TQ Lateral 1 Bbdo.	17.417	15.153	2.62972	1.89	0	0.6708	2.454	2.454	0	2.454	0.87	4.694	1.6	3.048	0.761
4	TQ Lateral 1 Brte.	17.417	15.153	2.62972	1.89	0	0.6708	2.454	2.454	0	2.454	0.87	4.694	1.6	3.048	0.761
4	TQ Lateral 2 Bbdo.	14.717	12.804	2.53904	1.82	0	0.6424	-1.588	-1.588	0	-1.588	0.87	3.52	0.783	2.944	1.814
4	TQ Lateral 2 Brte.	14.717	12.804	2.53904	1.82	0	0.6424	-1.588	-1.588	0	-1.588	0.87	3.52	0.783	2.944	1.814
4	TQ Lateral 3 Bbdo.	15.347	13.352	2.62972	1.838	0	0.6044	-5.081	-5.081	0	-5.081	0.87	3.52	1.603	3.084	0.882
4	TQ Lateral 3 Brte.	15.347	13.352	2.62972	1.838	0	0.6044	-5.081	-5.081	0	-5.081	0.87	3.52	1.603	3.084	0.882
5	TQ Colisão à Vante.	17.862	18.309	3.49118	0	0	0	10.667	0	0	0	1.025	3.517	5.084	4.544	0.220
6	Porão à Vante.	84.914	87.037	2.4937	0	1.442	0	0.808	0	0.808	0	7.964	4.054	4.544	2.795	0.941
6	Porão à Ré.	62.628	64.194	2.58438	0	1.473	0	-6.264	0	-6.264	0	5.617	4.054	2.95	0.932	0.557
7	TQ Óleo Lubrificante.	4.094	3.783	2.9471	0	0	0	6.683	0	6.683	0	1.173	1.932	3.243	0.557	0.605
7	TQ Óleo Hidráulico.	4.094	3.783	2.9471	0	0	0	6.683	0	6.683	0	1.173	1.932	3.243	0.557	0.605
7	TQ Comb. Diário Bbdo.	3.825	3.328	2.76574	0	0	0	5.485	0	5.485	0	1.173	1.716	3.142	0.605	0.605
7	TQ Comb. Diário Brte.	3.825	3.328	2.76574	0	0	0	5.485	0	5.485	0	1.173	1.716	3.142	0.605	0.605
7	Duplo Foto. P/ Máq. Bbdo.	3.478	3.026	0.72544	0	0	0	6.640	0	6.640	0	4.694	2.603	1.067	0.267	0.267
7	Duplo Foto. P/ Máq. Brte.	3.478	3.026	0.72544	0	0	0	6.640	0	6.640	0	4.694	2.603	1.067	0.267	0.267

Comprimento Padrão= 48
 Boca Padrão= 10
 Pontal Padrão= 5

Comprimento de Projeto= 48
 Boca de Projeto= 10
 Pontal de Projeto= 5

ITEM	DESCRICAÇÃO	CAPACI DADE (Metro³)	PESO (Tm)	VCG (mt)				LCG (mt)				DENSIDADE (Tm/mt³)	COMP. MAX. DO TANQ.	BOCA MAX. DO TANQ.	ALT. MAX. DO TANQ.	Cb
				100%	50%	20%	10%	100%	50%	20%	10%					
1	Navio Leve	0.000	524.776	3.75	0	0	0	0	0	-0.768	0	0	0	0	0	0
1	Tripulação	3.868	1.800	5.2	0	0	0	0	0	14.400	0.000	0	0	0	0	0
1	Bote Auxiliar	3.868	2.500	5.8	0	0	0	0	0	-4.944	0.000	0	0	0	0	0
1	Rede Molhada	14.161	47.900	7.6	0	0	0	0	0	-15.000	0.000	0	0	0	0	0
2	Viveres	14.161	0.500	6.3	6.3	0	6.3	0	0	13.056	13.056	0	0	0	0	0
3	TQ. Agua Doce	19.732	19.732	1.885	1.345	0	0.385	0	0	16.152	16.152	0	4.5	4.2	2.4	0.435
4	TQ. Comb. Ré Bomb.	10.449	8.672	4.45	3.867	0	2.619	0	0	-21.792	-21.792	0	3.45	1.7	3.12	0.571
4	TQ. Comb. Ré Borest.	10.449	8.672	4.45	3.867	0	2.619	0	0	-21.792	-21.792	0	3.45	1.7	3.12	0.571
4	TQ. Comb. Va Bomb.	18.142	15.185	1.9	1.357	0	0.297	0	0	10.536	10.536	0	3.5	4	2.65	0.489
4	TQ. Comb. Va Borest.	18.142	15.185	1.9	1.357	0	0.297	0	0	10.536	10.536	0	3.5	4	2.65	0.489
5	TQ. Lastro Va	27.049	27.726	2.885	0	0	0	0	0	20.520	0.000	0	4.36	2.2	4.7	0.6
6	Porão Va Bomb. #1	99.637	94.656	3.15	0	1.518	0	0	0	3.072	0.000	3.072	8	3.565	4.4	0.794
6	Porão Va Bomb. #2	99.637	94.656	3.15	0	1.518	0	0	0	3.072	0.000	3.072	8	3.565	4.4	0.794
6	Porão Va Bomb. #3	93.551	88.874	3	0	1.384	0	0	0	-4.296	0.000	-4.296	7	3.565	4.4	0.852
6	Porão Va Bomb. #4	93.551	88.874	3	0	1.384	0	0	0	-4.296	0.000	-4.296	7	3.565	4.4	0.852
6	Porão Central #5	162.680	154.546	2.7	0	1.106	0	0	0	0.120	0.000	0.120	15.95	2.82	4.4	0.822
7	TQ. Comb. Diário	6.874	5.754	4.175	0	0	0	0	0	-19.536	0.000	0	1.5	1.8	3.12	0.816
7	TQ. Óleo Lubrificante	3.924	3.453	4.18	0	0	0	0	0	-21.048	0.000	0	1.5	0.94	3.12	0.892
7	TQ. Óleo Hidráulico	5.873	5.168	1.76	0	0	0	0	0	-10.536	0.000	0	1.5	2.46	2.32	0.686
7	TQ. Decantação	4.077	3.588	2.15	0	0	0	0	0	-15.168	0.000	0	3	1.8	2.64	0.286
7	TQ. Aguas Servidas	2.504	2.504	1.29	0	0	0	0	0	13.272	0.000	0	1.2	1.86	2.55	0.44

ITEM	DESCRICAÇÃO	CAPACI DADE (Metro³)	PESO (Tm)	VCG (mt)				LCG (mt)				DENSIDADE (Tm/mt³)	COMP. MAX. DO TANQ.	BOCA MAX. DO TANQ.	ALT. MAX. DO TANQ.	Cb
				100%	50%	20%	10%	100%	50%	20%	10%					
1	Navio Leve	0.000	524.776	3.75	0	0	0	0	0	-0.768	0	0	0	0	0	0
1	Tripulação	3.868	1.800	5.2	0	0	0	0	0	14.400	0.000	0	0	0	0	0
1	Bote Auxiliar	3.868	2.500	5.8	0	0	0	0	0	-4.944	0.000	0	0	0	0	0
1	Rede Molhada	14.161	47.900	7.6	0	0	0	0	0	-15.000	0.000	0	0	0	0	0
2	Viveres	14.161	0.500	6.3	6.3	0	6.3	0	0	13.056	13.056	0	0	0	0	0
3	TQ. Agua Doce	19.732	19.732	1.885	1.345	0	0.385	0	0	16.152	16.152	0	4.5	4.2	2.4	0.435
4	TQ. Comb. Ré Bomb.	10.449	8.672	4.45	3.867	0	2.619	0	0	-21.792	-21.792	0	3.45	1.7	3.12	0.571
4	TQ. Comb. Ré Borest.	10.449	8.672	4.45	3.867	0	2.619	0	0	-21.792	-21.792	0	3.45	1.7	3.12	0.571
4	TQ. Comb. Va Bomb.	18.142	15.185	1.9	1.357	0	0.297	0	0	10.536	10.536	0	3.5	4	2.65	0.489
4	TQ. Comb. Va Borest.	18.142	15.185	1.9	1.357	0	0.297	0	0	10.536	10.536	0	3.5	4	2.65	0.489
5	TQ. Lastro Va	27.049	27.726	2.885	0	0	0	0	0	20.520	0.000	0	4.36	2.2	4.7	0.6
6	Porão Va Bomb. #1	99.637	94.656	3.15	0	1.518	0	0	0	3.072	0.000	3.072	8	3.565	4.4	0.794
6	Porão Va Bomb. #2	99.637	94.656	3.15	0	1.518	0	0	0	3.072	0.000	3.072	8	3.565	4.4	0.794
6	Porão Va Bomb. #3	93.551	88.874	3	0	1.384	0	0	0	-4.296	0.000	-4.296	7	3.565	4.4	0.852
6	Porão Va Bomb. #4	93.551	88.874	3	0	1.384	0	0	0	-4.296	0.000	-4.296	7	3.565	4.4	0.852
6	Porão Central #5	162.680	154.546	2.7	0	1.106	0	0	0	0.120	0.000	0.120	15.95	2.82	4.4	0.822
7	TQ. Comb. Diário	6.874	5.754	4.175	0	0	0	0	0	-19.536	0.000	0	1.5	1.8	3.12	0.816
7	TQ. Óleo Lubrificante	3.924	3.453	4.18	0	0	0	0	0	-21.048	0.000	0	1.5	0.94	3.12	0.892
7	TQ. Óleo Hidráulico	5.873	5.168	1.76	0	0	0	0	0	-10.536	0.000	0	1.5	2.46	2.32	0.686
7	TQ. Decantação	4.077	3.588	2.15	0	0	0	0	0	-15.168	0.000	0	3	1.8	2.64	0.286
7	TQ. Aguas Servidas	2.504	2.504	1.29	0	0	0	0	0	13.272	0.000	0	1.2	1.86	2.55	0.44

Anexo 5 Resistência

5.1 Coeficientes da Equação

$v(l)^{1/2}$	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15	1.2
Const.	22.57	25.282	27.595	30.965	33.326	36.422	37.726
X_1	8.552	9.526	11.013	14.38	16.557	18.086	18.134
X_2	9.474	10.815	11.587	13.189	13.582	17.883	18.5
X_3	-6	-6.526	-5.749	-5.891	-6.597	-6.152	-5.872
X_4	-2	-1.194	0.778	1.993	5.791	4.338	1.062
X_5	-2	-1.01	-0.718	-0.125	-0.655	0.763	2.075
X_6	2	2.985	4.942	7.06	10.413	12.815	17.585
X_7	0.598	0.505	0.35	0.437	0.097	0.374	1.016
X_8	4	5.174	5.171	6.704	5.481	7.757	8.529
X_9	0.297	0.653	0.921	0.688	0.494	0.421	0.841
X_{10}	0	0	0	0	0	0	0
X_{11}	0	0	0	0	0	0	0
X_{12}	0.665	0.711	0.953	0.72	0.159	0.416	0.147
X_{13}	2.177	2.225	2.557	3.54	4.224	3.566	2.505
X_1^2	-1.185	-2.238	-1.881	-0.905	1.877	4.67	1.547
X_2^2	1.703	0.232	1.777	4.916	7.625	4.381	6.128
X_3^2	2.307	3.307	3.821	3.891	4.658	3.703	4.116
X_4^2	-2.696	-2.441	-2.861	-2.215	0.929	-1.233	-2.16
X_5^2	-3.317	-2.427	-1.173	-1.082	-1.624	-1.199	-1.45
X_6^2	-5.069	-7.023	-6.718	-5.484	-1.941	3.069	1.687
X_1^2	0.921	0.396	-0.344	-0.449	-0.611	-0.896	-1.604
X_1^2	1.22	1.546	1.226	1.594	0.206	-1.382	0.66
X_1^3	4.139	3.873	5.644	3.919	13.097	13.587	9.371
X_2^3	4.676	3.004	3.825	6.173	7.998	4.191	7.884
X_3^3	1.103	0.805	0.301	1.156	3.213	3.16	3.77
X_4^3	-3.29	-3.227	-4.681	-4.896	-6.923	-6.505	2.765
X_5^3	2.001	1.008	-0.169	-0.184	-0.097	-1.866	-3.359
X_6^3	-2.026	-2.512	-3.476	-3.864	-3.591	-6.606	-18.775
X_8^3	0.726	1.876	2.949	3.728	4.628	3.866	3.133
X_1^4	9.887	10.807	11.842	11.204	20.382	18.995	18.387
X_4^4	0.127	1.05	2.048	2.931	3.353	3.331	8.856
X_6^4	1.324	2.594	4.534	5.49	4.878	-0.716	-6.51
$X_1 X_3$	-7.863	-7.81	-6.821	-6.697	-7.527	-6.806	-4.271
$X_1 X_4$	-2.371	-2.289	-3.12	-3.851	-3.859	-5.821	-3.933
$X_1^2 X_4$	-10.511	-10.733	-14.53	-14.724	-32.762	-28.158	-13.483
$X_1 X_4^2$	0.277	0.152	-3.361	-10.159	-11.014	-11.185	-4.274
$X_1^3 X_4$	-9.512	-10.136	-12.028	-10.074	-27.758	-20.894	-9.84
$X_1^2 X_4^2$	-3.991	-3.127	-4.577	-15.566	-21.784	-24.728	-19.121
$X_1 X_4^3$	6.421	7.634	4.936	3.257	1.888	4.318	9.82
$X_1 X_6$	-0.601	-0.806	0.569	3.999	8.386	12.52	11.555
$X_1^2 X_6$	5.156	1.645	4.818	4.441	15.961	33.566	16.1
$X_1 X_6^2$	0.332	-0.663	0.815	1.374	11.698	21.602	9.909

$v/(l)^{1/2}$	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15	1.2
$X_1^3 X_6$	9.252	7.048	8.893	7.351	17.359	33.967	23.857
$X_1^2 X_6^2$	1.516	-2.46	-0.699	-1.713	8.039	19.063	9.635
$X_1 X_6^3$	5.365	6.031	7.671	7.471	11.02	12.966	0.22
$X_1 X_8$	1.31	0.967	0.754	1.678	3.36	2.432	5.946
$X_1^2 X_8$	-0.628	-2.306	-3.277	-3.563	-0.026	2.14	7.502
$X_1 X_8^2$	1.575	0.982	-0.192	-1.063	-4.63	-9.855	-5.868
$X_2 X_3$	-3.616	-4.515	-4.418	-4.349	-4.629	-4.303	-3.173
$X_2^2 X_3$	-3.564	-4.646	-5.157	-6.226	-7.783	-8.344	-8.613
$X_2 X_3^2$	0.244	2.071	2.762	3.623	3.842	1.642	3.077
$X_2 X_4$	-5.293	-3.671	-3.966	-6.53	-7.951	-6.968	-8.687
$X_2^2 X_4$	0.533	3.515	2.853	-2.743	-4.162	-0.321	-4.897
$X_2 X_4^2$	-13.031	-11.918	-10.601	-11.019	-10.402	-14.066	-16.171
$X_2 X_6$	3.852	1.665	5.744	10.642	17.134	15.606	17.743
$X_2^2 X_6$	6.957	3.927	6.636	14.2	18.449	13.571	16.714
$X_2 X_6^2$	4.655	2.74	7.338	10.116	15.274	14.476	14.659
$X_2 X_8$	2.717	4.314	4.878	6.949	6.05	10.316	9.64
$X_4 X_5$	-9.913	-10.255	-9.05	-7.599	-8.718	-6.87	-7.419
$X_4^2 X_5$	-7.636	-6.862	-5.544	-6.856	-7.16	-6.025	-12.249
$X_4 X_5^2$	10.93	10.227	10.016	9.537	9.37	10.824	6.044
$X_4 X_6$	4.984	5.2	5.391	5.051	7.98	7.081	8.381
$X_4 X_7$	-1.861	-2.238	-2.285	-1.717	-2.719	-2.037	-1.014
$X_4 X_8$	-4.159	-5.673	-5.908	-8.251	-7.265	-5.178	-3.783
$X_4^2 X_8$	3.032	4.812	6.07	6.372	7.151	6.947	0.451
$X_4 X_8^2$	-4.129	-7.501	-9.539	-12.549	-11.695	-7.752	-0.85
$X_5 X_6$	3.591	3.625	4.203	3.615	5.533	4.817	6.009
$X_5^2 X_6$	-10.735	-7.734	-6.088	-5.306	-4.923	-5.925	-4.407
$X_5 X_6^2$	8.393	8.245	12.109	13.95	16.272	14.78	22.057
$X_5 X_8$	-0.521	1.379	3.077	4.524	4.312	6.178	5.999
$X_5^2 X_8$	-8.42	-9.245	-9.874	-9.986	-11.067	-10.993	-12.033
$X_5 X_8^2$	-0.136	1.614	3.576	4.167	4.7	6.431	5.515

5.2 Determinação dos Parâmetros das Incógnitas da Equação de Regressão

$$x_1 = f(L/B)$$

$$x_2 = f(B/T)$$

$$x_3 = f(C_m)$$

$$x_4 = f(C_p)$$

$$x_5 = f(Lcb)$$

$$x_6 = f(\frac{1}{2} \alpha e)$$

$$x_7 = f(\frac{1}{2} \alpha r)$$

x8	= f(α BS)	
x9	= f(Trim)	
x10	= f(B _{1n})	Correção do coeficiente de Bloco do tanque de teste
x11	= f(estimulação da turbulencia)	
x12	= f(quilha da barra o madeira)	
x13	= f(a/Amax)	Relação entre a área transversal da quilha e a área máxima da seção transversal do navio

5.3 Equação de Regressão da Serie Sistemática de Doust

$$\begin{aligned}
 \text{CR16:} = & a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + a_4 * x_4 + \\
 & a_5 * x_5 + a_6 * x_6 + a_7 * x_7 + a_8 * x_8 + \\
 & a_9 * x_9 + a_{10} * x_{10} + a_{11} * x_{11} + a_{12} * x_{12} + \\
 & a_{13} * x_{13} + a_{14} * (x_1)^2 + a_{15} * (x_2)^2 + \\
 & a_{16} * (x_3)^2 + a_{17} * (x_4)^2 + a_{18} * (x_5)^2 + \\
 & a_{19} * (x_6)^2 + a_{20} * (x_7)^2 + a_{21} * (x_8)^2 + \\
 & a_{22} * (x_1)^3 + a_{23} * (x_2)^3 + a_{24} * (x_3)^3 + \\
 & a_{25} * (x_4)^3 + a_{26} * (x_5)^3 + a_{27} * (x_6)^3 + \\
 & a_{28} * (x_8)^3 + a_{29} * (x_1)^4 + a_{30} * (x_4)^4 + \\
 & a_{31} * (x_6)^4 + a_{32} * x_1 * x_3 + a_{33} * x_1 * x_4 + \\
 & a_{34} * (x_1)^2 * x_4 + a_{35} * x_1 * (x_4)^2 + \\
 & a_{36} * (x_1)^3 * x_4 + a_{37} * (x_1)^2 * (x_4)^2 + \\
 & a_{38} * x_1 * (x_4)^3 + a_{39} * x_1 * x_6 + \\
 & a_{40} * (x_1)^2 * x_6 + a_{41} * x_1 * (x_6)^2 + \\
 & a_{42} * (x_1)^3 * x_6 + a_{43} * (x_1)^2 * (x_6)^2 + \\
 & a_{44} * x_1 * (x_6)^3 + a_{45} * x_1 * x_8 + \\
 & a_{46} * (x_1)^2 * x_8 + a_{47} * x_1 * (x_8)^2 + \\
 & a_{48} * x_2 * x_3 + a_{49} * (x_2)^2 * x_3 + \\
 & a_{50} * x_2 * (x_3)^2 + a_{51} * x_2 * x_4 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& a52 * (x2)^2 * x4 + a53 * x2 * (x4)^2 + \\
& a54 * x2 * x6 + a55 * (x2)^2 * x6 + \\
& a56 * x2 * (x6)^2 + a57 * x2 * x8 + \\
& a58 * x4 * x5 + a59 * (x4)^2 * x5 + \\
& a60 * x4 * (x5)^2 + a61 * x4 * x6 + \\
& a62 * x4 * x7 + a63 * x4 * x8 + \\
& a64 * (x4)^2 * x8 + a65 * x4 * (x8)^2 + \\
& a66 * x5 * x6 + a67 * (x5)^2 * x6 + \\
& a68 * x5 * (x6)^2 + a69 * x5 * x8 + \\
& a70 * (x5)^2 * x8 + a71 * x5 * (x8)^2.
\end{aligned}$$

5.4 Determinação de cada uma das funções relacionadas com as incógnitas da equação de Regressão

$$X_1 = \frac{\left(\frac{L}{B} - 4.75 \right)}{1.95}$$

$$X_2 = \frac{\left(\frac{B}{T} - 4.10 \right)}{2.6}$$

$$X_3 = \frac{\left(C_m - 0.715 \right)}{0.265}$$

$$X_4 = \frac{\left(C_p - 0.625 \right)}{0.155}$$

$$X_5 = \frac{\left(LCB + 3.25 \right)}{8.75}$$

$$X_6 = \frac{\left(1/2 \alpha_e - 28.5 \right)}{22.5}$$

$$X_7 = \frac{\left(1/2 \alpha_r - 52.5 \right)}{37.5}$$

$$X_8 = \frac{\left(\alpha_{BS} - 34 \right)}{25}$$

$$X_9 = \frac{\left(Trim - 0.05 \right)}{0.09}$$

X10 = 0

X11 = 0

X12 = 0 Com quilha

x12 = 1 Sim quilha

5.5. Arquivo Resultante : RESIST.DAT

V/√L	Vs	EHP	Rt (Kg)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	5.49	97.49	72.21
0.68	8.23	194.97	108.31
0.90	10.98	389.94	144.41
0.95	11.59	486.41	157.36
1.00	12.20	637.35	181.38
1.05	12.81	756.29	190.52
1.10	13.42	866.93	194.41
1.15	14.03	1141.31	229.02
1.20	14.64	1205.13	217.42

Anexo 6 - Propulsão

6.1 Polinômios de segundo grau ajustados para os coeficientes das curvas

KT e KQ das hélices da serie B-Troost.

Características 2 Pás
 Tipo B
 Area Ae/Ao = 0.30

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.5	KT	0.15	0.1	0
	J	0	0.237	0.574
0.6	KT	0.184	0.1	0
	J	0	0.373	0.684
0.8	KT	0.253	0.2	0
	J	0	0.25	0.905
1	KT	0.316	0.2	0
	J	0	0.45	1.11
1.2	KT	0.366	0.25	0
	J	0	0.5	1.31
1.4	KT	0.416	0.2	0
	J	0	0.9	1.526

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.5	-0.149	-0.176	0.150
0.6	-0.140	-0.173	0.180
0.8	-0.103	-0.186	0.253
1	-0.040	-0.239	0.316
1.2	-0.059	-0.200	0.366
1.4	-0.052	-0.193	0.417

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.5	10 KQ	0.11	0.066	0
	J	0	0.35	0.63
0.6	10 KQ	0.157	0.1	0
	J	0	0.373	0.742
0.8	10 KQ	0.276	0.15	0
	J	0	0.55	0.95
1	10 KQ	0.42	0.24	0
	J	0	0.6	1.166
1.2	10 KQ	0.616	0.25	0
	J	0	0.9	1.37
1.4	10 KQ	0.85	0.4	0
	J	0	0.95	1.582

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.5	-0.175	-0.065	0.100
0.6	-0.159	-0.093	0.157
0.8	-0.153	-0.146	0.276
1	-0.100	-0.236	0.420
1.2	-0.092	-0.324	0.616
1.4	-0.100	-0.378	0.841

Características **3 Pás**
Tipo **B**
Area **Ae/Ao = 0.35**

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.6	KT	0.223	0.1	0.05
	J	0	0.45	0.581
0.8	KT	0.292	0.2	0
	J	0	0.363	0.9
1	KT	0.365	0.1	0
	J	0	0.888	1.114
1.2	KT	0.419	0.1	0
	J	0	1.1	1.321
1.4	KT	0.460	0.1	0
	J	0	1.3	1.528

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.6	-0.188	-0.189	0.223
0.8	-0.132	-0.210	0.292
1	-0.159	-0.124	0.336
1.2	-0.122	-0.156	0.420
1.4	-0.104	-0.141	0.460

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.6	10 KQ	0.2	0.1	0.05
	J	0	0.5	0.660
0.8	10 KQ	0.3	0.15	0.05
	J	0.121	0.663	0.876
1	10 KQ	0.5	0.25	0.15
	J	0	0.75	0.95
1.2	10 KQ	0.6	0.2	0.1
	J	0.3	1.115	1.255
1.4	10 KQ	0.7	0.3	0.1
	J	0.510	1.25	1.486

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.6	-0.170	-0.115	0.200
0.8	-0.255	-0.076	0.300
1	-0.175	-0.200	0.500
1.2	-0.238	-0.154	0.667
1.4	-0.313	0.011	0.776

Característica **3 Pás**
Tipo **B**
Area **Ae/Ao = 0.50**

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.6	KT	0.236	0.1	0.05
	J	0	0.426	0.55
0.8	KT	0.331	0.1	0
	J	0	0.65	0.869
1	KT	0.421	0.15	0
	J	0	0.75	1.077
1.2	KT	0.489	0.25	0
	J	0	0.7	1.292
1.4	KT	0.542	0.15	0
	J	0	1.15	1.5

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.6	-0.184	-0.237	0.236
0.8	-0.116	-0.270	0.330
1	-0.102	-0.285	0.421
1.2	-0.064	-0.296	0.489
1.4	-0.058	-0.274	0.542

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.6	10 KQ	0.215	0.1	0.05
	J	0	0.471	0.615
0.8	10 KQ	0.381	0.15	0.05
	J	0	0.65	0.85
1	10 KQ	0.605	0.2	0.05
	J	0	0.85	1.078
1.2	10 KQ	0.834	0.15	0.05
	J	0	1.15	1.276
1.4	10 KQ	1.073	0.4	0.05
	J	0	1.1	1.510

Características
Tipo
Area

3 Pás
B
Ae/Ao = 0.65

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.6	-0.181	-0.161	0.216
0.8	-0.168	-0.247	0.382
1	-0.168	-0.328	0.600
1.2	-0.190	-0.372	0.830
1.4	-0.177	-0.414	1.070

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.5	KT	0.181	0.05	0
	J	0	0.411	0.531
0.6	KT	0.236	0.1	0
	J	0	0.405	0.631
0.8	KT	0.331	0.15	0
	J	0	0.5	0.842
1	KT	0.436	0.05	0
	J	0	0.95	1.042
1.2	KT	0.526	0.1	0
	J	0	1.05	1.265
1.4	KT	0.610	0.15	0
	J	0	1.15	1.465

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.5	-0.180	-0.244	0.182
0.6	-0.150	-0.279	0.236
0.8	-0.096	-0.311	0.330
1	-0.143	-0.269	0.436
1.2	-0.035	-0.372	0.530
1.4	-0.046	-0.340	0.610

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.5	10 KQ	0.169	0.05	0
	J	0	0.5	0.626
0.6	10 KQ	0.236	0.05	0
	J	0	0.6	0.705
0.8	10 KQ	0.424	0.1	0
	J	0	0.715	0.9
1	10 KQ	0.668	0.1	0
	J	0	0.95	1.1
1.2	10 KQ	0.95	0.05	0
	J	0	1.25	1.315
1.4	10 KQ	1.284	0.35	0
	J	0	1.15	1.531

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.5	-0.229	-0.125	0.170
0.6	-0.271	-0.147	0.236
0.8	-0.123	-0.355	0.420
1	-0.062	-0.538	0.668
1.2	-0.004	-0.725	0.950
1.4	-0.071	-0.730	1.284

Características **4 Pás**
Tipo **B**
Area **Ae/Ao = 0.40**

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.6	KT	0.247	0.14	0
	J	0	0.35	0.68
0.8	KT	0.315	0.192	0
	J	0	0.45	0.887
1	KT	0.387	0.25	0
	J	0	0.5	1.1
1.2	KT	0.45	0.276	0
	J	0	0.65	1.31
1.4	KT	0.497	0.3	0
	J	0	0.8	1.53

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.6	-0.174	-0.245	0.247
0.8	-0.187	-0.189	0.315
1	-0.130	-0.210	0.387
1.2	-0.114	-0.193	0.449
1.4	-0.110	-0.160	0.497

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.6	10 KQ	0.22	0.155	0.032
	J	0	0.35	0.7
0.8	10 KQ	0.355	0.25	0.037
	J	0	0.45	0.9
1	10 KQ	0.521	0.35	0.037
	J	0	0.55	1.1
1.2	10 KQ	0.715	0.45	0.073
	J	0	0.75	1.3
1.4	10 KQ	0.92	0.45	0.05
	J	0	1.1	1.55

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.6	-0.238	-0.100	0.220
0.8	-0.263	-0.116	0.355
1	-0.233	-0.184	0.521
1.2	-0.256	-0.161	0.715
1.4	-0.298	-0.098	0.916

Características **4 Pás**
Tipo **B**
Area **Ae/Ao = 0.55**

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.6	KT	0.25	0.1	0
	J	0	0.45	0.66
0.8	KT	0.342	0.216	0
	J	0	0.4	0.86
1	KT	0.43	0.2	0
	J	0	0.65	1.06
1.2	KT	0.5	0.25	0
	J	0	0.75	1.265
1.4	KT	0.55	0.25	0
	J	0	0.95	1.465

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.6	-0.200	-0.242	0.250
0.8	-0.179	-0.243	0.342
1	-0.126	-0.272	0.430
1.2	-0.120	-0.244	0.500
1.4	-0.114	-0.207	0.550

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.6	10 KQ	0.25	0.16	0.05
	J	0	0.35	0.65
0.8	10 KQ	0.421	0.25	0.05
	J	0	0.5	0.85
1	10 KQ	0.615	0.405	0.061
	J	0	0.5	1.05
1.2	10 KQ	0.84	0.5	0.071
	J	0	0.7	1.25
1.4	10 KQ	0.85	0.5	0.087
	J	0.5	1	1.45

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.6	-0.166	-0.200	0.250
0.8	-0.275	-0.200	0.420
1	-0.197	-0.322	0.615
1.2	-0.235	-0.322	0.840
1.4	-0.230	-0.354	1.085

Características 4 Pás
 Tipo B
 Area Ae/Ao = 0.70

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.5	KT	0.2	0.1	0
	J	0	0.3	0.54
0.6	KT	0.247	0.15	0
	J	0	0.3	0.63
0.8	KT	0.35	0.2	0
	J	0	0.4	0.841
1	KT	0.456	0.25	0
	J	0	0.55	1.05
1.2	KT	0.55	0.3	0
	J	0	0.65	1.247
1.4	KT	0.595	0.5	0
	J	0.2	0.45	1.45

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.5	-0.156	-0.286	0.200
0.6	-0.205	-0.262	0.247
0.8	-0.096	-0.337	0.350
1	-0.112	-0.320	0.460
1.2	-0.092	-0.325	0.550
1.4	-0.096	-0.318	0.662

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.5	10 KQ	0.174	0.1	0
	J	0	0.35	0.65
0.6	10 KQ	0.247	0.15	0
	J	0	0.35	0.741
0.8	10 KQ	0.423	0.25	0
	J	0	0.45	0.91
1	10 KQ	0.879	0.3	0
	J	0	0.7	1.105
1.2	10 KQ	1.006	0.4	0
	J	0	0.85	1.32
1.4	10 KQ	1.3	0.5	0
	J	0.1	1.05	1.505

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.5	-0.186	-0.148	0.170
0.6	-0.130	-0.241	0.250
0.8	-0.172	-0.308	0.423
1	0.069	-0.875	0.879
1.2	-0.100	-0.625	1.000
1.4	-0.183	-0.631	1.364

Características
Tipo
Area

5 Pás
B
Ae/Ao = 0.45

P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.5	KT	0.2	0.15	0
	J	0	0.2	0.56
0.6	KT	0.255	0.15	0
	J	0	0.35	0.66
0.8	KT	0.34	0.25	0
	J	0	0.35	0.877
1	KT	0.41	0.3	0
	J	0	0.45	1.09
1.2	KT	0.477	0.35	0
	J	0	0.55	1.3
1.4	KT	0.516	0.35	0
	J	0	0.75	1.516

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.5	-0.300	-0.192	0.200
0.6	-0.250	-0.230	0.260
0.8	-0.248	-0.168	0.342
1	-0.200	-0.153	0.410
1.2	-0.180	-0.131	0.477
1.4	-0.154	-0.110	0.520

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.5	10 KQ	0.166	0.1	0
	J	0	0.35	0.65
0.6	10 KQ	0.244	0.15	0
	J	0	0.4	0.75
0.8	10 KQ	0.394	0.3	0
	J	0	0.4	0.938
1	10 KQ	0.588	0.45	0
	J	0	0.5	1.15
1.2	10 KQ	0.75	0.6	0
	J	0.2	0.6	1.355
1.4	10 KQ	1.033	0.6	0
	J	0	1	1.577

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.5	-0.220	-0.113	0.166
0.6	-0.261	-0.131	0.244
0.8	-0.342	-0.097	0.394
1	-0.362	-0.095	0.588
1.2	-0.363	-0.084	0.781
1.4	-0.380	-0.049	1.033

Características **5 Pás**
Tipo **B**
Area **Ae/Ao = 0.60**

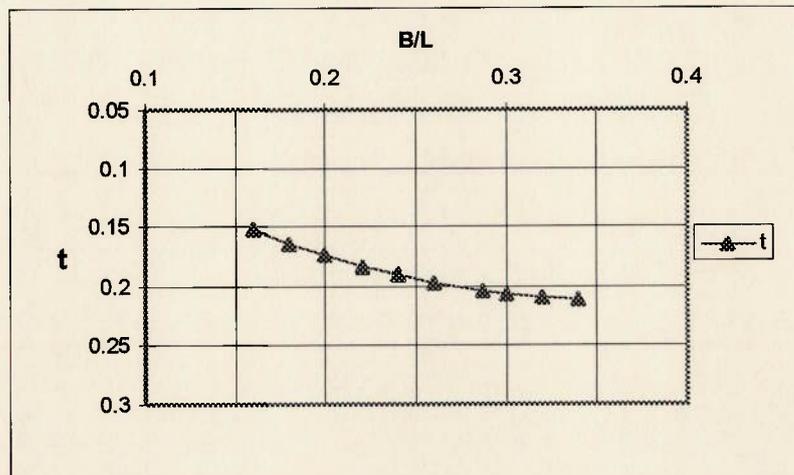
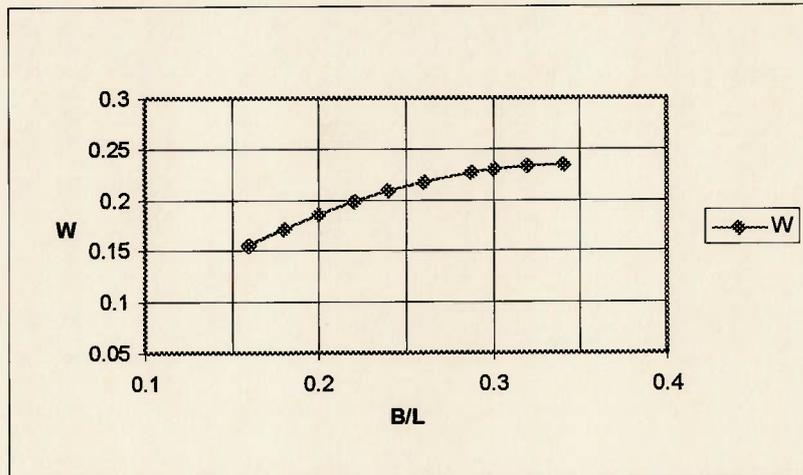
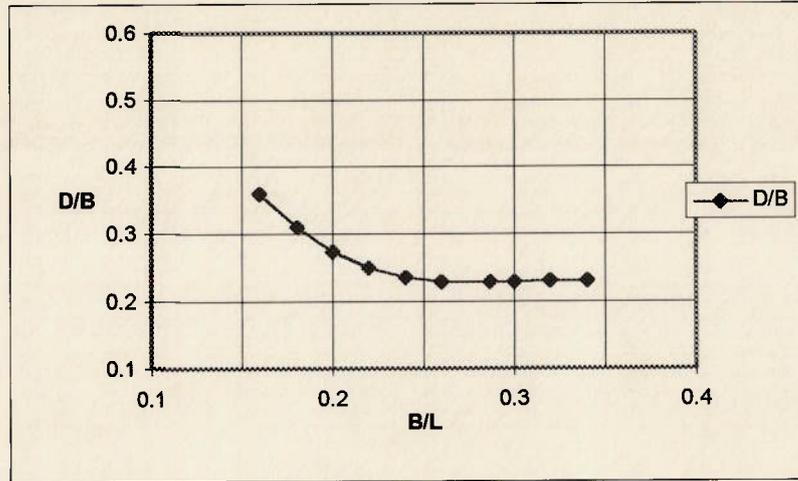
P/D	Pontos	(KT-J)		
		1	2	3
0.5	KT	0.216	0.1	0
	J	0	0.35	0.566
0.6	KT	0.261	0.15	0
	J	0	0.35	0.66
0.8	KT	0.355	0.25	0
	J	0	0.35	0.85
1	KT	0.45	0.2	0
	J	0	0.7	1.072
1.2	KT	0.527	0.3	0
	J	0	0.7	1.277
1.4	KT	0.555	0.25	0
	J	0	1	1.488

P/D	(KT-J)		
	A	B	C
0.5	-0.230	-0.254	0.216
0.6	-0.242	-0.234	0.261
0.8	-0.233	-0.220	0.355
1	-0.168	-0.239	0.450
1.2	-0.153	-0.217	0.527
1.4	-0.142	-0.163	0.555

P/D	Pontos	(KQ-J)		
		1	2	3
0.5	10 KQ	0.2	0.116	0
	J	0	0.35	0.666
0.6	10 KQ	0.261	0.15	0
	J	0	0.4	0.75
0.8	10 KQ	0.433	0.15	0
	J	0	0.7	0.933
1	10 KQ	0.677	0.35	0
	J	0	0.7	1.133
1.2	10 KQ	0.95	0.55	0
	J	0	0.75	1.338
1.4	10 KQ	1.2	0.55	0
	J	0	1.05	1.55

P/D	(KQ-J)		
	A	B	C
0.5	-0.189	-0.175	0.200
0.6	-0.200	-0.200	0.261
0.8	-0.257	-0.224	0.433
1	-0.300	-0.254	0.677
1.2	-0.301	-0.308	0.949
1.4	-0.310	-0.290	1.200

6.2 Coeficientes propulsivos gráficos



Anexo 7 - Estruturas

7.1 Definição das coordenadas noidais do anel transversal do navio 1

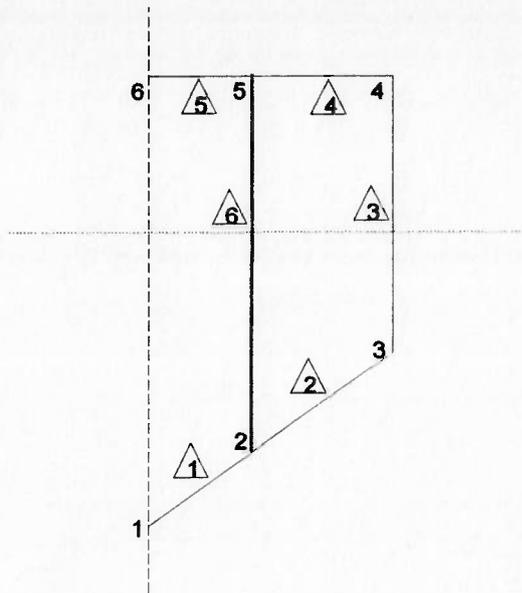
Nó Número	Coordenadas em X	Coordenadas em Y
6	0	4.549
5	1.19	4.549
4	3.491	4.549
3	3.491	0.676
2	1.19	0.23
1	0	0

7.2 Definição das coordenadas noidais do anel transversal do navio 2

Nó Número	Coordenadas em X	Coordenadas em Y
1	0	5.474
2	1.52	5.474
3	4.64	5.474
4	4.64	2.058
5	4.0989	0.7810
6	1.52	0.5889
7	0.4569	0.3968
8	0	0
9	4.84	2.53

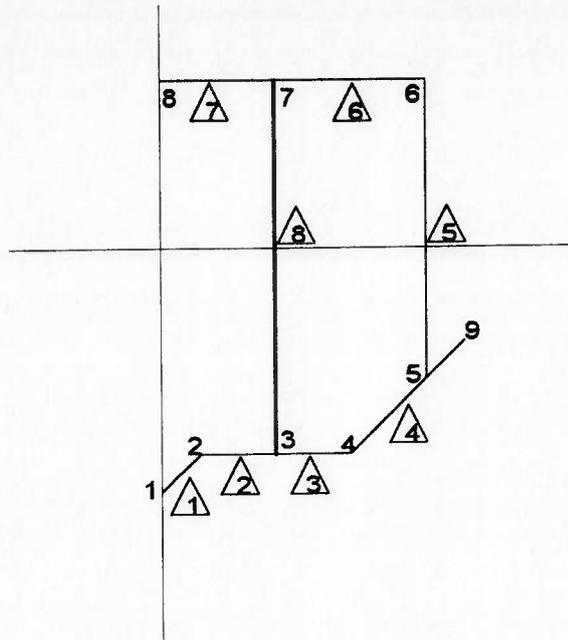
7.3 Definição da incidencia dos paineis que formam a estrutura transversal do navio 1

Painel Número	Nóo i	Nóo j
1	1	2
2	2	2
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	2	5



7.4 Definição da incidência dos painéis que formam a estrutura transversal do navio 2

Painel Número	Nó i	Nó j
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	7	3



7.5 Definição das condições de contorno do anel transversal do navio 1

Nóo Z	δX	δY	Rot
1	1	0	1
4	0	1	0
5	0	1	0
6	1	0	1

7.6 Definição das condições de contorno do anel transversal do navio 2

Nóo Z	δX	δY	Rot
1	1	0	1
3	0	1	0
5	0	1	0
8	1	0	1
9	1	1	1

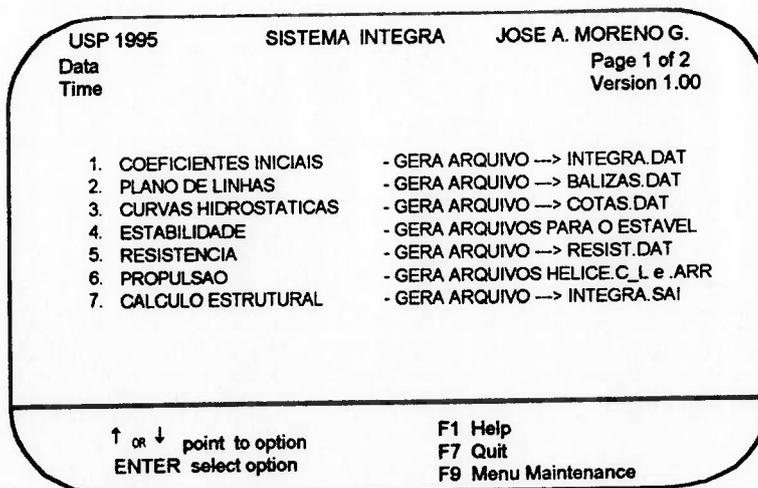
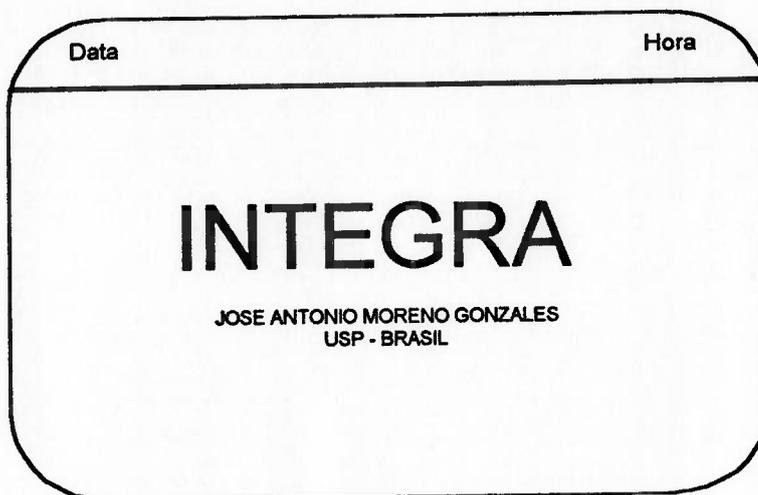
7.7 Banco de dados de Perfis do programa Estrutura, estes perfis estão selecionados pelo módulo de resistência(w) ascendente.

Perfil Número	ALMA		FLANGE	
	Largura	Espessura	Largura	Espessura
01	101.60	9.50	76.20	9.50
02	127.00	6.35	76.20	6.35
03	127.00	9.50	88.90	9.50
04	101.60	15.87	76.20	15.87
05	101.60	6.40	50.80	6.40
06	127.00	12.70	76.20	12.70
07	127.00	19.05	88.90	19.05
08	152.40	12.70	101.60	12.70
09	177.80	12.70	101.60	12.70
10	152.40	22.20	101.60	22.20
11	165.10	7.94	88.90	7.94
12	203.20	12.70	152.40	12.70
13	177.80	22.20	101.60	22.20
14	203.20	25.40	152.40	25.40

APÊNDICE

Aplicação do Programa INTEGRA

Neste capítulo, os programas desenvolvidos serão aplicados, utilizando dados de uma embarcação pesqueira gerada pelo proprio programa.



1 Calculo dos Coeficientes Iniciais

Data	COEFICIENTES INICIAIS	Hora
	Quantidade de Pesca por dia (Tns) : 10	
	Velocidade do Navio (nós) : 12	
	Distância a Percorrer (milhas) : 240	
	Número de Tripulantes : 10	
	Tipo de conservação do Pescado : 1	
	Autonomia <= 15 dias : 15	
	Litros de Agua / Dia / Homem : 1	

Data	COEFICIENTES INICIAIS	Hora			
Comprimento	= 45.36 mts.	Calado = 4.18			
Boca	= 8.39 mts.	Cb = 0.47			
Pontal	= 4.69 mts.	Cm = 0.75			
BHP	= 826.53 HP	Calm = 173.21			
ITEM	PESO (tns)	KG	LCG		
Aço	= 219.68	2.34	22.68		
Super Est.	= 6.59	7.03	36.29		
Maquina	= 5.35	2.81	20.41		
Maq. Aux.	= 42.49	2.34	18.14		
Eq. Convés	= 152.05	4.69	38.55		
Eq. Pesca	= 21.31	4.69	13.61		
Oleo	= 37.39	0.94	18.14		
Agua Doce	= 3.00	0.94	11.34		
Carga	= 133.33	2.34	29.48		
Deslocamento	= 733.00	2.34	21.86		
LCB (%) = -1.81 %					
Modelo	BHP	RPM	CEC(ghp)	Peso (tns)	Comprimento (mts)
3508-V8	826.53	1600	41.500	5.216	4.045

1.2 Plano de Linhas

Data	PLANO DE LINHAS	Hora
	O comprimento do navio de projeto é = 45.358 mts. Recomenda-se usar o desenho do Navio 2 com qual Navio deseja trabalhar : 2	
	Criando o Arquivo ———> Balisas.dat	

	Ingrese ao MicroStation com o Arquivo Balisas.dat	
	Avisos —> Pressione a Barra para voltar ao Principal	

Balizas.dat

<pre> co = red wt = 0 place curve xy = 0,0,3.96 xy = 2.133,0,3.36 xy = 6.399,0,2.34 xy = 8.532,0,1.62 reset co = yellow place line xy = 0,0,3.96 xy = 0,3.71,4.31 xy = 0,4.34,4.42 reset co = blue place line xy = 2.13,0,3.36 xy = 2.13,3.8,3.86 xy = 2.13,4.44,4.05 nul </pre>	<p>pontos integrantes do perfil da embarcação no plano XZ</p> <p>pontos integrantes de cada baliza da embarcação no plano YZ</p> <p>pontos integrantes da quina da embarcação no plano XZ</p>
--	---

1.3 Curvas Hidrostáticas

Data	CURVAS HIDROSTATICAS	Hora
<p>O comprimento do navio de projeto é = 45.358 mts. Recomenda-se usar o desenho do Navio 2 com qual Navio deseja trabalhar : 2</p> <p style="text-align: center;">Criando o Arquivo ----> Cotas.dat</p> <p style="text-align: center;">*****</p> <p style="text-align: center;">Execute o ARQNAV com o Arquivo Cotas.dat</p> <p style="text-align: center;">Avisos ----> Pressione a Barra para voltar ao Principal</p>		

Cotas.dat

FV1 2 usp m/t s 48 42.54 10 5 4.2 21.33 35 0 3.96 2.13 3.36 6.39 2.34 8.53 1.94 10.66 1.62 21 0 7 3.96 0 1 0 0 0 4.31 3.71 1 0 0 0 4.42 4.34 1 0 0 0 7.38 4.42 1 0 0 0 4.42 -4.34 1 0 0 0 4.31 -3.71 1 0 0 0 3.96 0 1 0 0 0	-dados das dimensões principais do casco da embarcação pesqueira -quantidade de pontos do perfil -pontos integrantes do perfil da embarcação pesqueira no plano XZ -quantidade de balizas -posição longitudinal da baliza -total de pontos de cada baliza -pontos integrantes de cada baliza da embarcação no plano YZ
---	--

3 Estabilidade

INTEGRA - ESTABILIDADE

Data
Time

Page 1 of 2
Version 1.00

1. Crea Arquivo ESTAV1 2. Crea Arquivo ESTAV2 3. Crea Arquivo ESTAV3 4. Crea Arquivo ESTAV4	- Descrição do Casco da Embarcação - Componentes da Embarcação - Curvas Cruzadas - Propriedades Hidrostáticas
--	--

↑ OR ↓ point to option
ENTER select option

F1 Help
F7 Quit
F9 Menu Maintenance

3.1 Estav1

Data	ESTAV1	Hora
Navio	:	Pesqueiro Integra
Projeto	:	2
Estaleiro Construtor	:	Sima - PERU
Ltotal (m)	:	45.358
Lpp (m)	:	35.343
Boca (m)	:	8.388
Pontal (m)	:	4.686
Deslocamento Navio Leve (Tn)	:	773.001
VCG Navio Leve (m)	:	2.794
LCG Navio Leve (m)	:	0.820
Superficie Lateral (m2)	:	138.968
Centro da Superficie Lateral (m)	:	1.903
Velocidade de Serviço (nos)	:	12.000

Avisos --> Pressione a Barra para voltar ao Principal

3.2 Estav2

Data	COMPONENTES DA EMBARCACAO	Hora
<p>Este programa precisa do Arquivo Criado no EXCEL e Salvo como PLAN1.CSV ou PLAN2.CSV Com qual arquivo vai trabalhar (1/2) : 2</p>		

Data	ESTAV2	Hora															
<p>Os Deslocamentos Calculados são :</p>																	
<table> <tr> <td>Condição</td> <td>1</td> <td>642.781</td> </tr> <tr> <td>Condição</td> <td>2</td> <td>1004.955</td> </tr> <tr> <td>Condição</td> <td>3</td> <td>984.714</td> </tr> <tr> <td>Condição</td> <td>4</td> <td>674.734</td> </tr> <tr> <td>Condição</td> <td>5</td> <td>663.377</td> </tr> </table>			Condição	1	642.781	Condição	2	1004.955	Condição	3	984.714	Condição	4	674.734	Condição	5	663.377
Condição	1	642.781															
Condição	2	1004.955															
Condição	3	984.714															
Condição	4	674.734															
Condição	5	663.377															
<p>Criando o Arquivo --> ESTAV2 *****</p>																	
<p>Avisos --> Pressione a Barra para voltar ao Principal</p>																	

3.3 Estav3

Data	CURVAS CRUZADAS	Hora
<p>Este programa precisa do Arquivo Criado no EXCEL e Salvo como PLAN1.CSV ou PLAN2.CSV Com qual arquivo vai trabalhar (1/2) : 2</p>		

Data	CURVAS CRUZADAS					Hora
Ingresso dos Braços Correspondentes Condições						
Angulo	I	II	III	IV	V	
5	0.426	0.401	0.401	0.421	0.423	
10	0.852	0.802	0.802	0.843	0.846	
20	1.699	1.602	1.606	1.684	1.689	
25	2.115	1.963	1.974	2.100	2.105	
30	2.500	2.289	2.304	2.490	2.494	
40	3.118	2.871	2.887	3.101	3.108	
50	3.537	3.323	3.337	3.521	3.527	
60	3.829	3.622	3.634	3.812	3.818	
80	3.971	3.798	3.804	3.951	3.958	

Avisos → Pressione a Barra para voltar ao Principal

3.4 Estav4

Data	PROPRIEDADES DAS CURVAS HIDROSTATICAS	Hora
<p>Este programa precisa do Arquivo Criado no EXCEL e Salvo como PLAN1.CSV ou PLAN2.CSV Com qual arquivo vai trabalhar (1/2) : 2</p>		

Data	PROPRIEDADES DAS CURVAS HIDROSTATICAS			Hora
Ingresso dos Mtc e KM das Condições				
Condição	Deslocamento	Mtc	KM	
Cond. 1	642.781	8.733	4.892	
Cond. 2	1004.955	9.269	4.588	
Cond. 3	984.714	9.242	4.589	
Cond. 4	674.734	8.794	4.829	
Cond. 5	663.377	8.772	4.850	

Criando o Arquivo → ESTAV 4. Dat

Avisos → Pressione a Barra para voltar ao Principal

3.5 Entrada de Dados ao Programa ESTAVEL

ARQUIVOS DE ENTRADA

1) Arquivo de descrição do casco da embarcação : ESTAV1.DAT

2) Arquivo dos componentes da embarcação : ESTAV2.DAT

3) Arquivo com dados das curvas cruzadas : ESTAV3.DAT

4) Arquivo com as propriedades hidrostáticas : ESTAV4.DAT

Para continuar tecle ENTER

4. Resultados do Programa Estavel

Condição II - Retorno do Banco de Pesca
100% Porões - 50% Líquidos e Provisões

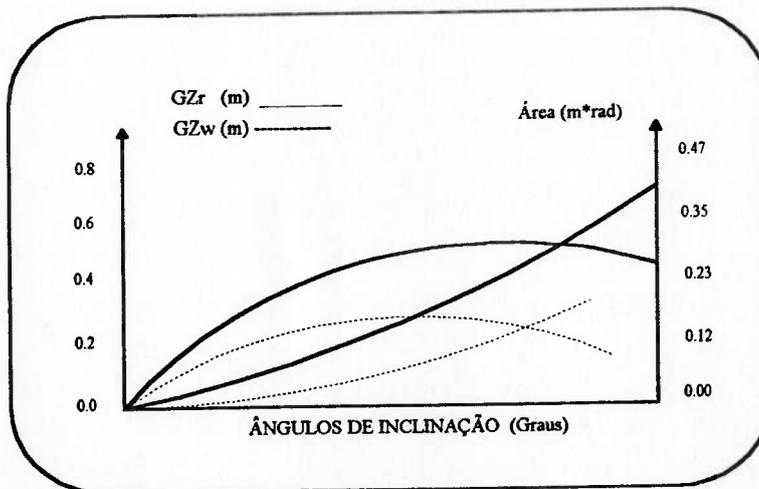
Deslocamento	= 1004.955 Tn	KM	= 4.568 mts
VCG	= 3.359 mts	MTC	= 9.606 Tmxm/cm
LCG	= -1.244 mts	LCB	= -1.572 mts
Calado	= 4.161 mts	LCF	= -1.794 mts
Calado na PPAV	= 4.350 mts	Alt. Metac. S/Cor. GM	= 1.209 mts
Calado na PPAR	= 4.007 mts	Cor. Sup. Liv. GG1	= 0.007 mts
Trim	= -0.343 mts	Alt. Metac. Cor. GMc	= 1.202 mts

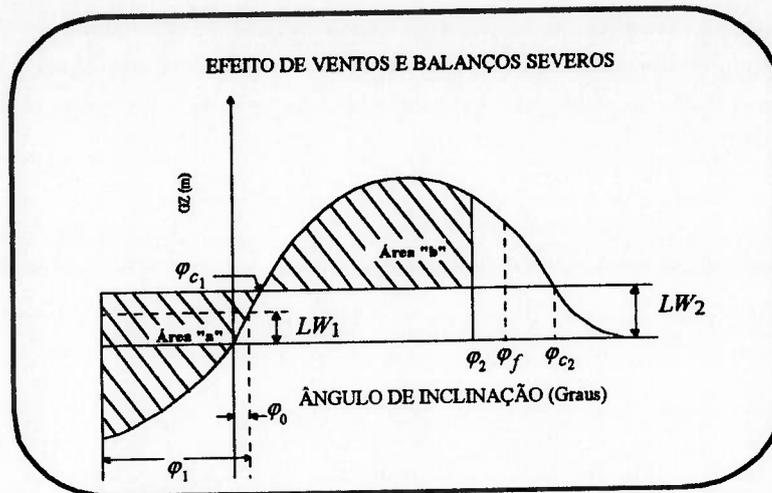
**Condição II - Retorno do Banco de Pesca
100% Porões - 50% Líquidos e Provisões**

Critérios de Estabilidade Intacta (I.M.O.)	Calculo na condição	Mínimo Requerido	% Segurança
1. Area entre 0 e 30 Graus	0.170 m ² rad	0.055 m ² rad	208.44
2. Area entre 30 e Ang.Alag.(ou 40 Graus)	0.114 m ² rad	0.030 m ² rad	279.59
3. Area entre 0 e Ang.Alag.(ou 40 Graus)	0.284 m ² rad	0.090 m ² rad	215.02
4. Braço GZr em 30 Graus	0.603 mts	0.200 mts	201.36
5. Angulo de GZr máximo	50 graus	25 graus	100.00
6. Altura Metacêntrica Inicial	1.202 mts	0.350 mts	243.54
7. Alcance da Estabilidade	> 80 graus	60 graus	OK

**Condição II - Retorno do Banco de Pesca
100% Porões - 50% Líquidos e Provisões**

Critérios de Estabilidade em Ondas (Crista a meia nau)	Calculo na condição	Mínimo Requerido	% Segurança
1. Area entre 0 e 30 Graus	0.105 m ² rad	0.055 m ² rad	90.04
2. Area entre 30 e Ang.Alag.(ou 40 Graus)	0.054 m ² rad	0.030 m ² rad	80.42
3. Area entre 0 e Ang.Alag.(ou 40 Graus)	0.159 m ² rad	0.090 m ² rad	76.28
4. Braço GZw em 30 Graus	0.310 mts	0.200 mts	54.90
5. Angulo de GZw máximo	40 graus	25 graus	60.00





5. Resistência

Data	CALCULO DA RESISTENCIA	Hora
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gerar o Arquivo de Entrada PELA PRIMEIRA VEZ 2. Ler TODOS os dados 3. Modifica Deslocamento - Cm - Cp 4. Modifica LCB - Trim 5. Modifica Angulos 6. Modifica Quilha - a/Amaz 7. Volta ao Programa Principal <p>Digite a sua Opção --> 1</p>		

Data	CALCULO DA RESISTENCIA			Hora
Deslocamento (tns)	1004.955	Angulo medio de Proa (graus)		15.5
Coef. Sec. Mestra	0.80	Angulomedio de Popa (graus)		29.5
Coef. Prismático	0.66	Angulo Buttock (graus)		20
LCB (%)	3.95	Com ou Sim Quilha		0
Trim (mts)	0.05			
V/(L)*0.5	CR16	CRL	EHP	Rt(Kg)
0.90	17.14	14.21	389.94	144.41
0.95	17.97	15.07	486.41	157.36
1.00	19.79	16.93	637.35	181.38
1.05	20.19	17.36	756.29	190.52
1.10	20.10	17.31	866.93	194.41
1.15	22.71	19.94	1141.31	229.02
1.20	21.27	18.53	1205.13	217.42

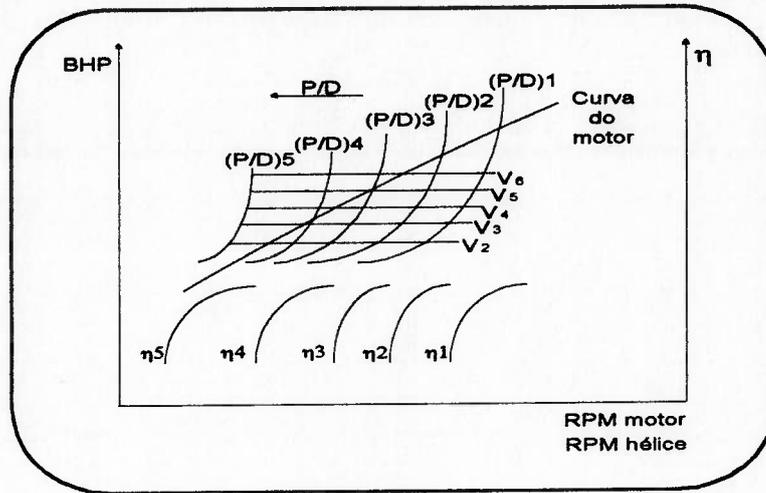
Avisos --> Pressione a Barra para voltar ao Principal

6. Propulsão

Data	PROPULSAO	Hora
<ol style="list-style-type: none">1. Gerar o Arquivo de Entrada PELA PRIMEIRA VEZ2. Ler TODOS os dados3. Modifica # de Pás e Ae/Ao4. Modifica Coeficientes da Curva do Motor5. Modifica Rotações Mínima - Máxima e Fator Redutor <ol style="list-style-type: none">6. Volta ao Programa Principal <p>Digite a sua Opção --> 1</p>		

Data	PROPULSAO	Hora
<p>Eficiencia Relativa Rotativa : 1 Eficiencia de Transmission : 0.95 Altura da linha do eixo (mts) : 1 Ingressa o Número de Pás : 3 Ingressa o Ae/Ao : 0.65 Coeficiente da curva do motor a2 : -2.72e-6 Coeficiente da curva do motor b2 : 0.01030 Coeficiente da curva do motor c2 : -11.0542 Coeficiente da curva do motor d2 : 4097.15 A menor rotação do motor : 800 A máxima rotação do motor : 1800 Fator de redução da caixa redutora : 2.15</p>		

Integração Casco-Hélice-Motor em condição de arrasto



HELICE. C_L

Diametro =							
P/D =							
Veloc. (nós)	Kt	KQ	Empuxo (Kg)	BHP (HP)	EFICI	Rot (rpm)	Cav.

HELICE. ARR

Diametro =							
P/D =							
Veloc. (nós)	Kt	KQ	Empuxo (Kg)	BHP (HP)	EFICI	Rot (rpm)	Cav.

6. Calculo Estrutural

Data	CALCULO ESTRUTURAL	Hora
<p>O comprimento do navio de projeto e = 45.358 mts. Recomenda-se usar o desenho do Navio 2 Com qual NAVIO deseja trabalhar : 2</p>		
Largura Porão Central mts.		2.385
Comprimento da Grelha mts.		7.56
Largura da Grelha mts.		2.99
Espessura da Chapa mts.		0.007
Espaçamento entre Cavernas mts.		0.5
<p>Gerando os Arquivos Necessarios para o TRANSEC CRIANDO o Arquivo --> INTEGVIg CRIANDO o Arquivo --> INTEGCIg</p>		
<p>*****</p>		
<p>Avisos --> Pressione a barra para CONTINUAR...</p>		

TRANSEC - Versao Educacional	Data	Versao 1.00
<h1>TRANSEC</h1> <p>Programa para o calculo da Estrutura Transversal de Embarcacoes</p> <p>Copyright (C) Prof. Oscar Britto Augusto</p> <p>1992</p>		<p>COMANDOS</p> <p>Dados Gerais Coords.Nodais Elementos Forcas Nodais Cargas Distr. P.Geometricas Materiais Ftor. de Carga Analisa Sintetisa Plot Deslocamentos Reacoes DOS Shell Abandona</p>

TRANSEC - Versao Educacional	Data	Versao 1.00
<p>DADOS GERAIS</p> <p>Nome do Arquivo Sem Extensao : INTEGVIg</p> <p>Titulo : Teste (Data - Hora)</p> <p>Elementos em uso : Vigas (+Molas/Trelicas) Maximo numero de cilos para sintese : 10 Tolerancia para sintese : Perfil esta Ok se: $0.90 * \text{SigmaLimite} < \text{Sigma no Perfil} < \text{SigmaLimite}$</p>		<p>COMANDOS</p> <p>Dados Gerais</p>

INTEGRA. SAI

Incidência dos Elementos							
No. Pain.	Nós i j	Pressão i (N/mm ²)	Pressão j (N/mm ²)				
Tensões Atuantes							
Tens. Alq. (N/mm ²)	Tens. Tos. (N/mm ²)	Cisa. Alq. (N/mm ²)	Cisa. Tos. (N/mm ²)	Tens. Sec. Chapa (N/mm ²)	Tens. Sec. Flange (N/mm ²)	Tens. Terc. Long. (N/mm ²)	Tens. Terc. Tran. (N/mm ²)
Tensões Equivalentes (VON MISES)							
Tens. Eq.1 (N/mm ²)	Tens. Eq.2 (N/mm ²)	Tens. Eq.3 (N/mm ²)	Tens. Eq.4 (N/mm ²)				
Dados dos Perfis							
No. Pain.	No. Perfil	Alma. Prf (mm)	Esp. Alma (mm)	Flange. Prf (mm)	Esp. Fig. (mm)	Area Perfil (mm ²)	
Longitud e Peso do Anel							
No. Pain.	Long. Painel (mm)	Peso Painel (Kg/mm)					
Peso total do anel Transversal entre espaçamento entre cavernas =							
Flanbagem do Anel							
No. Pain.	Flanbagem de Chapa	Flanbagem de Grelha	Posição do Painel				

Comprimento do Projeto= 45.358
 Boca de Projeto= 8.39
 Pontal de Projeto= 4.69

ITEM	DESCRIÇÃO	CAPACIDADE (Metros ³)	PESO (Tm)	VCG (mt)				LCG (mt)				DENSIDADE (Tm / mt ³)	COMP. MAX.		BOCA MAX.		ALT. MAX.	
				100%	50%	20%	10%	100%	50%	20%	10%		DO TANQ.	TANQ.	DO TANQ.	TANQ.	DO TANQ.	TANQ.
1	Navio Leve	0.000	524.776	3.517	0	0	0	0	-0.726	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	Tripulação	3.868	1.800	4.877	0	0	0	0	13.607	0.000	0	0.000	0	0	0	0	0	
1	Bote Auxiliar	3.868	2.500	5.440	0	0	0	0	-4.672	0.000	0	0.000	0	0	0	0	0	
1	Rede Molhada	14.161	47.900	7.128	0	0	0	0	-14.174	0.000	0	0.000	0	0	0	0	0	
2	Viveres	14.161	0.500	5.909	6.3	0	6.3	12.337	12.337	12.337	0	12.337	0.87	0	0	0	0	
3	TQ. Agua Doce	14.674	14.674	1.768	1.270	0	0.370	15.263	15.263	15.263	0	15.263	1	4.252	3.523	2.251	2.251	
4	TQ. Comb. Ré Bomb.	7.77	6.449	4.174	3.770	0	2.599	-20.593	-20.593	-20.593	0	-20.593	0.83	3.260	1.426	2.926	2.926	
4	TQ. Comb. Ré Borest.	7.77	6.449	4.174	3.770	0	2.599	-20.593	-20.593	-20.593	0	-20.593	0.83	3.260	1.426	2.926	2.926	
4	TQ. Comb. Va Bomb.	13.491	11.292	1.782	1.274	0	0.280	9.956	9.956	9.956	0	9.956	0.837	3.307	3.356	2.485	2.485	
4	TQ. Comb. Va Borest.	13.491	11.292	1.782	1.274	0	0.280	9.956	9.956	9.956	0	9.956	0.837	3.307	3.356	2.485	2.485	
5	TQ. Lastro Va	20.116	20.619	2.706	0	0	0	19.391	0.000	0.000	0	0.000	1.025	4.120	1.845	4.408	4.408	
6	Porão Va Bomb. #1	74.097	70.392	2.954	0	1.463	0	2.903	0.000	2.903	2.903	0.000	7.559	2.991	4.127	4.127	4.127	
6	Porão Va Bomb. #2	74.097	70.392	2.954	0	1.463	0	2.903	0.000	2.903	2.903	0.000	7.559	2.991	4.127	4.127	4.127	
6	Porão Va Bomb. #3	69.571	66.092	2.814	0	1.329	0	-4.060	0.000	-4.060	-4.060	0.000	6.614	2.991	4.127	4.127	4.127	
6	Porão Va Bomb. #4	69.571	66.092	2.814	0	1.329	0	-4.060	0.000	-4.060	-4.060	0.000	6.614	2.991	4.127	4.127	4.127	
6	Porão Central #5	120.979	114.931	2.532	0	1.051	0	0.113	0.000	0.113	0.113	0.000	15.072	2.365	4.127	4.127	4.127	
7	TQ. Comb. Diário	5.112	4.279	3.9161	0	0	0	-18.461	0.000	0.000	0	0.000	0.837	1.417	1.510	2.926	2.926	
7	TQ. Óleo Lubrificante	2.918	2.568	3.920	0	0	0	-19.889	0.000	0.000	0	0.000	0.88	1.417	0.788	2.926	2.926	
7	TQ. Óleo Hidráulico	4.367	3.843	1.650	0	0	0	-9.956	0.000	0.000	0	0.000	0.88	1.417	2.063	2.176	2.176	
7	TQ. Decantação	3.032	2.668	2.016	0	0	0	-14.333	0.000	0.000	0	0.000	0.88	2.834	1.510	2.476	2.476	
7	TQ. Aguas Servidas	1.862	1.862	1.210	0	0	0	12.541	0.000	0.000	0	0.000	1	1.133	1.560	2.391	2.391	

8. Arquivos Resultantes

8.1 Helice.C_L

Contém os dados do propulsor em Condição de Corrida Livre.

Diametro =		2.517mts.							
P/D =		0.50							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav		
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)			
2	0.143	0.015	3553.243	166.306	0.225	449.551	<2.5%		
3	0.125	0.014	3553.243	186.858	0.300	480.800	<2.5%		
4	0.109	0.012	3553.243	210.771	0.354	515.447	<2.5%		
5	0.094	0.011	3553.243	238.490	0.392	553.198	<2.5%		
6	0.085	0.011	3856.309	296.640	0.410	608.130	<2.5%		
7	0.078	0.010	4322.369	379.231	0.419	671.001	<2.5%		
8	0.071	0.010	4671.913	461.817	0.425	728.943	<2.5%		
9	0.069	0.009	5548.460	615.199	0.427	806.875	<2.5%		
10	0.067	0.009	6412.255	788.354	0.428	881.963	<2.5%		
11	0.064	0.009	7150.738	966.041	0.428	951.319	<2.5%		
12	0.069	0.009	9802.368	1448.801	0.427	1074.142	<2.5%		
13	0.071	0.010	12171.217	1953.688	0.426	1180.420	<2.5%		
14	0.076	0.010	16119.346	2810.997	0.422	1316.484	<2.5%		
15	0.072	0.010	16578.499	3074.288	0.425	1370.067	<2.5%		

P/D =		0.60							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav		
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)			
2	0.186	0.020	3553.243	155.756	0.240	394.197	<2.5%		
3	0.163	0.019	3553.243	173.606	0.323	420.824	<2.5%		
4	0.142	0.017	3553.243	193.638	0.386	450.136	<2.5%		
5	0.124	0.016	3553.243	216.100	0.432	481.924	<2.5%		
6	0.112	0.014	3856.309	265.626	0.458	528.780	<2.5%		
7	0.103	0.014	4322.369	336.269	0.473	582.609	<2.5%		
8	0.095	0.013	4671.913	405.019	0.485	631.969	<2.5%		
9	0.092	0.013	5548.460	537.362	0.488	699.167	<2.5%		
10	0.089	0.012	6412.255	685.600	0.492	763.810	<2.5%		
11	0.086	0.012	7150.738	835.367	0.495	823.303	<2.5%		
12	0.092	0.013	9802.368	1264.980	0.489	930.709	<2.5%		
13	0.094	0.013	12171.217	1711.965	0.486	1023.271	<2.5%		
14	0.100	0.013	16119.346	2482.851	0.478	1142.438	<2.5%		
15	0.095	0.013	16578.499	2697.744	0.485	1187.892	<2.5%		

P/D= 0.80							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)	
2	0.265	0.034	3553.243	154.533	0.242	330.124	<2.5%
3	0.235	0.031	3553.243	166.111	0.337	350.056	<2.5%
4	0.209	0.028	3553.243	179.044	0.417	371.691	<2.5%
5	0.185	0.025	3553.243	193.399	0.483	394.930	<2.5%
6	0.169	0.023	3856.309	232.109	0.524	430.855	<2.5%
7	0.157	0.022	4322.369	288.590	0.551	472.667	<2.5%
8	0.146	0.021	4671.913	341.072	0.576	510.411	<2.5%
9	0.142	0.020	5548.460	449.507	0.584	563.799	<2.5%
10	0.138	0.020	6412.255	569.447	0.592	614.908	<2.5%
11	0.133	0.019	7150.738	687.597	0.601	661.427	<2.5%
12	0.141	0.020	9802.368	1057.460	0.585	750.395	<2.5%
13	0.145	0.021	12171.217	1439.645	0.578	826.173	<2.5%
14	0.153	0.021	16119.346	2116.267	0.561	925.339	<2.5%
15	0.146	0.021	16578.499	2274.002	0.575	959.621	<2.5%

P/D= 1.00							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)	
2	0.366	0.054	3553.243	148.842	0.251	280.861	<2.5%
3	0.331	0.048	3553.243	154.643	0.362	295.234	<2.5%
4	0.298	0.043	3553.243	161.837	0.462	311.211	<2.5%
5	0.267	0.039	3553.243	170.394	0.548	328.690	<2.5%
6	0.245	0.035	3856.309	201.013	0.605	357.219	<2.5%
7	0.230	0.033	4322.369	246.912	0.644	390.874	<2.5%
8	0.214	0.031	4671.913	288.327	0.681	421.054	<2.5%
9	0.209	0.030	5548.460	378.447	0.694	464.722	<2.5%
10	0.203	0.030	6412.255	477.395	0.706	506.434	<2.5%
11	0.196	0.029	7150.738	573.418	0.721	544.204	<2.5%
12	0.208	0.030	9802.368	889.934	0.695	618.479	<2.5%
13	0.213	0.031	12171.217	1215.958	0.684	681.420	<2.5%
14	0.224	0.032	16119.346	1802.633	0.658	764.512	<2.5%
15	0.215	0.031	16578.499	1923.483	0.680	791.716	<2.5%

P/D= 1.20							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)	
2	0.434	0.077	3553.243	163.742	0.228	257.950	<2.5%
3	0.391	0.069	3553.243	171.516	0.327	271.553	<2.5%
4	0.353	0.062	3553.243	179.961	0.415	285.979	<2.5%
5	0.318	0.056	3553.243	189.072	0.494	301.199	<2.5%
6	0.294	0.051	3856.309	222.092	0.548	326.351	<2.5%
7	0.277	0.048	4322.369	271.532	0.586	356.120	<2.5%
8	0.259	0.045	4671.913	315.126	0.623	382.383	<2.5%
9	0.253	0.044	5548.460	412.604	0.636	421.530	<2.5%
10	0.247	0.043	6412.255	519.034	0.649	458.760	<2.5%

11	0.240	0.042	7150.738	621.083	0.666	492.125	<2.5%
12	0.253	0.044	9802.368	970.009	0.637	560.928	<2.5%
13	0.258	0.045	12171.217	1328.306	0.626	618.679	<2.5%
14	0.270	0.047	16119.346	1978.240	0.600	695.752	<2.5%
15	0.260	0.045	16578.499	2102.990	0.622	719.124	<2.5%

P/D= 1.40							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)	
2	0.513	0.108	3553.243	178.996	0.209	237.166	<2.5%
3	0.469	0.098	3553.243	187.305	0.299	248.128	<2.5%
4	0.427	0.090	3553.243	196.299	0.381	259.807	<2.5%
5	0.389	0.082	3553.243	205.976	0.453	272.178	<2.5%
6	0.363	0.077	3856.309	241.707	0.503	293.799	<2.5%
7	0.343	0.073	4322.369	295.281	0.539	319.719	<2.5%
8	0.324	0.069	4671.913	342.400	0.574	342.340	<2.5%
9	0.317	0.067	5548.460	448.179	0.586	377.026	<2.5%
10	0.310	0.066	6412.255	563.604	0.598	409.910	<2.5%
11	0.301	0.064	7150.738	674.139	0.613	439.169	<2.5%
12	0.316	0.067	9802.368	1053.612	0.587	501.658	<2.5%
13	0.322	0.068	12171.217	1443.177	0.576	553.779	<2.5%
14	0.336	0.071	16119.346	2150.615	0.552	623.997	<2.5%
15	0.325	0.069	16578.499	2285.099	0.572	643.908	<2.5%

8.2 Helice.ARR

Contém os dados do propulsor em Condição de Arrasto.

Diametro = 2.517mts.

P/D= 0.50

VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)	
2	0.163	0.016	16578.499	1486.375	0.117	907.300	<2.5%
3	0.154	0.015	16578.499	1564.290	0.167	933.632	<2.5%
4	0.146	0.015	16578.499	1647.982	0.212	961.699	<2.5%
5	0.137	0.014	16578.499	1737.870	0.251	991.466	<2.5%
6	0.131	0.014	17992.525	2047.038	0.277	1057.586	<2.5%
7	0.126	0.014	20167.036	2508.196	0.296	1140.604	<2.5%

P/D= 0.60								
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav	
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)		
2	0.212	0.022	16578.499	1398.093	0.125	796.575	<2.5%	
3	0.200	0.021	16578.499	1469.524	0.178	819.345	<2.5%	
4	0.189	0.021	16578.499	1544.787	0.226	843.473	<2.5%	
5	0.178	0.020	16578.499	1624.138	0.268	868.933	<2.5%	
6	0.170	0.019	17992.525	1907.694	0.297	926.281	<2.5%	
7	0.164	0.019	20167.036	2331.696	0.318	998.449	<2.5%	

P/D= 0.80								
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav	
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)		
2	0.299	0.038	16578.499	1446.511	0.120	671.126	<2.5%	
3	0.284	0.037	16578.499	1492.528	0.175	688.654	<2.5%	
4	0.269	0.035	16578.499	1541.235	0.226	707.023	<2.5%	
5	0.255	0.033	16578.499	1592.701	0.274	726.223	<2.5%	
6	0.245	0.032	17992.525	1847.076	0.307	772.318	<2.5%	
7	0.237	0.031	20167.036	2235.881	0.332	830.910	<2.5%	

P/D= 1.00								
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav	
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)		
2	0.404	0.061	16578.499	1453.289	0.120	577.376	<2.5%	
3	0.387	0.058	16578.499	1471.377	0.178	589.477	<2.5%	
4	0.371	0.055	16578.499	1492.600	0.234	602.374	<2.5%	
5	0.355	0.052	16578.499	1516.919	0.287	616.056	<2.5%	
6	0.342	0.050	17992.525	1738.266	0.326	653.152	<2.5%	
7	0.333	0.049	20167.036	2085.618	0.356	701.128	<2.5%	

P/D= 1.20								
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav	
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)		
2	0.483	0.086	16578.499	1573.627	0.111	527.655	<2.5%	
3	0.461	0.082	16578.499	1605.680	0.163	540.119	<2.5%	
4	0.440	0.078	16578.499	1639.187	0.213	552.980	<2.5%	
5	0.420	0.074	16578.499	1674.150	0.260	566.233	<2.5%	
6	0.405	0.071	17992.525	1923.961	0.295	600.643	<2.5%	
7	0.394	0.069	20167.036	2312.409	0.321	644.880	2.5%<10%	

P/D=	1.40							
VEL	Kt	KQ	EMPUXO	BHP	EFICI	Rot	Cav	
nós			(Kg)	(hp)		(rpm)		
2	0564	0.119	16578.499	1721.685	0.101	488.623	>2.5%<10%	
3	0.541	0.114	16578.499	1756.170	0.149	498.595	>2.5%<10%	
4	0.520	0.109	16578.499	1792.127	0.195	508.911	>2.5%<10%	
5	0.499	0.105	16578.499	1829.561	0.238	519.569	>2.5%<10%	
6	0.483	0.101	17992.525	2101.814	0.270	549.941	>2.5%<10%	
7	0.471	0.099	20167.036	2525.439	0.294	589.469	>2.5%<10%	

8.3 Integra.SAI

Contém os dados do Anel Transversal do Navio em Projeto.

INCIDENCIA DOS ELEMENTOS

No.	Nós	Pressão i	Pressão j
Pain.	i j	(N/mm ²)	(N/mm ²)
1	1 2	0.0418	0.0418
2	2 3	0.0418	0.0418
3	3 4	0.0418	0.0418
4	4 5	0.0418	0.0418
5	5 6	0.0418	0.0108
6	6 7	0.0108	0.0108
7	7 8	0.0108	0.0108
8	7 3	0.0108	0.0108

TENSOES ATUANTES

Tens.Alq.	Tens.Tos.	Cisa.Alq.	Cisa.Tos.	Tens.Sec.Chapa	Tens.Sec.Flange	Tens.Terc.Long.	Tens.Terc.Tran.
(N/mm ²)							
-150.0000	152.8993	0.0147	-0.0159	-3.0276	9.3341	106.5954	72.4848
-129.9988	132.5115	0.0479	-0.0517	4.2181	-13.0045	106.5954	72.4848
-129.9988	132.5115	0.0199	-0.0215	8.9464	-27.5820	106.5954	72.4848
-129.9988	132.5115	0.1122	-0.1212	4.9238	-15.1803	106.5954	72.4848
125.8781	-128.3111	0.1274	-0.1376	4.9238	-15.1803	67.0266	45.5781
125.8781	-128.3111	0.0163	-0.0176	3.5648	-10.9905	27.4578	18.6713
125.8781	-128.3111	0.0285	-0.0308	-2.2766	7.0189	27.4578	18.6713
-129.9988	132.5115	-0.1473	0.1591	4.7283	-14.5776	27.4578	18.6713

TENSOES EQUIVALENTES (VON MISES)

Tens.Eq.1	Tens.Eq.2	Tens.Eq.3	Tens.Eq.4
(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
241.0066	63.0772	211.1909	88.3735
224.0078	52.0102	194.3138	73.9948

225.9602	56.3947	196.3972	77.5568
224.2940	52.6611	194.6190	74.5185
67.7327	181.6868	85.0135	162.9555
100.8378	147.7886	108.2394	140.1912
104.0764	150.4441	111.3550	142.9160
155.7320	109.6009	148.2358	116.8357

DADOS DOS PERFIS

No. Pain.	No. Perfil	Alma.Prif (mm)	Esp.Alma (mm)	Flange.Prif (mm)	Esp.Flga (mm)	Area.Perfil (mm ²)
1	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
2	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
3	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
4	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
5	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
6	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
7	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000
8	1	101.6000	9.5000	76.2000	9.5000	1689.1000

LONGITUD E PESO DO ANEL

No. Pain.	Long.Painel (mm)	Peso.Painel (Kg/mm)
1	534.8635	0.0871
2	769.3910	0.1254
3	2522.4796	0.4110
4	1503.9271	0.2450
5	2924.0640	0.4764
6	3011.5000	0.4907
7	1182.5000	0.1927
8	4346.2650	0.7082

PESO TOTAL DO ANEL TRANSVERSAL
 ENTRE ESPAÇAMENTO ENTRE CAVERNAS = 2.7365

FLANBAGEM DO ANEL

No. Pain.	Flanbagem de Chapa	Flanbagem de Grelha	Posicao Painel
1	N	N	FUNDO
2	N	N	FUNDO
3	N	N	FUNDO
4	N	N	COSTADO
5	N	N	COSTADO
6	N	N	CONVES
7	N	N	CONVES
8	N	N	ANTEPARA

Bibliografia

- [1] FYSON, J., "Design of small Fishing Vessels", FAO (1985)
- [2] SCHIMIDT, Jr.P.G., "Fishing Methods and deck arrangements", FBW. 2, 1960, pag.31.
- [3] MURAMATSU, S., "Fishing Methods and deck arrangements", FBW. 2, 1960, pag.84.
- [4] KANASASHI, Y., "Fishing Methods and deck arrangements", FBW. 2, 1960, pag.73.
- [5] MARTINEZ, J.P., (1983), "A Tecnologia CAD/CAM no Brasil", Dados e Ideias, Volume 8, numero58, pags.65-68.
- [6] SANTOS, F., (1985), "Fazer navios: uma tarefa a Quatro mil Maos" , Portos e Navios, Volume 27, numero 307, pags. 22-27.
- [7] EVANS, J.H., "Basic Design Concepts", Asne Journal, Nov. 1959.
- [8] SCOTT DILLON, E., "Basic Design", Chapter 1, pags. 13-16.
- [9] BENFORD, H., "An Analysis of U.S. Fishing Boats: Dimensions, Weights and Costs", FBW. 2, pag. 320.
- [10] "Food And Agriculture Organization", Fishing Vessel Data, FISHERIES REPORTS, Volume 2-3, numero 29.

- [11] GUEROULT, E.R., "An Approach to the design of new types of fishing vessels", FBW. 3, pags.116-122.
- [12] "Principles of Naval Architecture", SNAME, Volume 1.
- [13] ROBSON, J.R., Agosto, "Manual do Usuario do Microstation v.5", Sisgraph.
- [14] NOWACKI, H., e REESE, D., "Design and Firing of ship surface, computer Aided Hull Design and Production", University of Michigan, 1984.
- [15] BARNHILL, R.E., e RIESENFELD, R.F., "Computer Aided Geometric Design, Academic Press", New York, ed 1974.
- [16] ROGERS, D.F., e ADAMS, J.A., "Mathematical Elements for Computer Graphics", McGraw-Hill, New York, 1976.
- [17] YANG, T.Y., MOORE, C.J., e ANDERSON, D.C., "Geometrically Nonlinear Formulation of a 48 D.O.F. Quadrilateral Shell Element With Rational B-Spline Geometry", International Journal for Numerical Methods in Engineering, Volume 21, numero 2, 1985.
- [18] OKAN, M.B., e UMPLEBY, S.M., "The Use of B-Splines for the Calculation of two-dimensional Potencial flow Around Arbitrary Bodies", International Shipbuilding Progress, Volume 32, number 370, pags. 151-155, 1985.

- [19] VOLPI, C., Arquinav 2.4, Programa para calculos hidrostáticos. Departamento de Engenharia Naval, São Paulo, EPUSP, 1990.
- [20] International Conference on Safety of Fishing Vessels, 1977, including The Torremolinos International Convention for the Safety of fishing vessels, 1977.
- [21] National Transportation Safety Board, "Safety Study-Uninspected Commercial Fishing", NTSB/SS-87/02, Estados Unidos, 1987.
- [22] RAHOLA, J., "The Judging of the Stability of Ship and the determination of the minimum Amount of stability". Thesis for the degree of doctor of technology University of Finland, Helsinki, 1939.
- [23] "Recommendation on Intact Stability for Passenger and cargo ship under 100 metres in length", Resolution A.167 ES.IV as amended by Resolution A.106 VII, 1968.
- [24] "Recommendation on Intact Stability of fishing vessels", Resolution A.168 ES.IV, 1968.
- [25] NADEINSKI, V.P., and JEAN, J.E.L., "The Stability of fishing vessels", Trans.Rina, 1968.
- [26] THOMPSON, G., and TOPE, J.E., "International Considerations of Intact Stability Standars", Trans. Rina, pags.43-67, 1970.

- [27] “Recommendation on Construction of Fishing Vessels affecting the Vessel’s Stability and Crew Safety”, Resolution A.208 VII, 1971.
- [28] “Recomendation for a Interim Simplified Stability Criterion for Decked Fishing Vessels under 30 metres in length”, Resolution A.207 VII, 1971.
- [29] “Code of practice concerning the Accuracy of Stability Information for Fishing Vessels”, Resolution A.267 VIII, 1973.
- [30] Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels: Part B-Safety and Health Requeriments for the construction and Equipment of fishing vessels”, 1975.
- [31] FAO-ILO-IMO, “Voluntary Guidelines for the Design, construction and Equipment of Small Fishing Vessels”, 1980.
- [32] “Recommendation on a Severe Wind and Rolling Criterion (Weather Criterion) for the intact Stability of Passenger and Cargo Ship of 24 metres in length and over”, Resolution A.562 14, 1985.
- [33] CABRERA, J.H., “Analise dos Criterios de Estabilidade de Embarcações Pesqueiras considerando ondas de Popa e ventos Severos”, USP-São Paulo,1995.
- [34] HAYES, J.G., e ENGVALL, L.O., “Computer-aided studies of fishing boat hull resistance”, FAO, Roma, 1969.
- [35] DOUST, D.J., “Statical Analysis of Resistance Data for Trawlers”, FBW. 2, pag. 370, 3 de Abril, 1959.

- [36] RIDGELEY, C., "The Resistance Of The Displacement-Length Ratio Trawler Series", Trans SNAME, 1967.
- [37] TAKAGI, INUI, e NAKAMURA, "Métodos Gráficos Para el Calculo de la Potência de Embarcaciones Pesqueras", Departamento Naval da Universidade de Tokyo.
- [38] HELL, A., "Resistance test with models of two fishing boats", Gothemberg-Sweden, 1968.
- [39] DOUST, D.J., e HAYES, J.G., "A statistical Analysis of FAO Resistance Data for Fishing Craft", FBW. 2, pag.123, 1963-1964.
- [40] TRAUNG, J.O., DOUST, D.J., e HAYES, J.G., "New possibilities for improvement in the design of fishing vessels", FBW. 3, 1967, pag. 139.
- [41] PREYSLER, C., "Teoria do Buque", pag. 77.
- [42] "Serie Sistemática de Hélices", Escola Politecnica da Universidade de São Paulo.
- [43] MANUAL CATERPILLAR, Marine Power Systems-Technical, Junho 1988.
- [44] DICKSON, W., "An Example of the Process of Selecting a Trawl and Matching it to Towing Power", FAO, July 1968.
- [45] "Regras Para Classificação E Construção De Navios De Aço", Germanischer Lloyd Register, Volume 1, 1982.

- [46] AGUSTO, O.B., "About Shear Stress In Ship Structures", April 1993.
- [47] AGUSTO, O.B., "Manual do Programa Transec", São Paulo-Brasil.
- [48] AGUSTO, O.B., "A Estrutura Terciária Do Navio", São Paulo-Brasil, 1995.
- [49] TIMOSHENKO, S.P., "Mecânica dos Sólidos".
- [50] HUGHES, O.F., "Ship Structural Design A Rationally-Based, Computer-Aided Optimization Approach", Jhon Wiley & Sons, New York, 1983.