

UM SISTEMA MODULAR DE CÁLCULOS DE
ARQUITETURA NAVAL

Pi. 227

VI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL, TRANSPORTE
MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA

Veracruz y Cd. de México, 16 al 22 de Septiembre de 1979

SUMÁRIO

Este trabalho tem por objetivo a apresentação do modelo matemático utilizado num sistema integrado de aplicação de computador em Projeto Preliminar de Navio. Esse sistema possibilita avaliações rápidas e precisas de várias alternativas de projeto de uma embarcação. Resultados práticos foram inseridos de modo a permitir uma visão global da potencialidade do modelo.

Esse trabalho faz parte de um programa de pesquisas que vem sendo realizado no Estaleiro EMAQ-Engenharia e Máquinas S.A. do Brasil com apoio da FINEP-Financiadora de Estudos e Projetos.

ABSTRACT

This automatic modular system of naval architecture calculations, developed at EMAQ Shipyard - Rio de Janeiro - Brasil, provides the system user with quick, accurate, low-cost decision-making tools to select the best alternative in the design of floating bodies.

Fundamental concepts for mathematical modelization are presented and, whenever possible, practical results are given in order to furnish a broad view of the modelization's potentiality.

1 FILOSOFIA DAS MÁQUINAS DE CONTROLE NUMÉRICO

Uma máquina de controle numérico é constituída de um processador cuja finalidade é controlar as máquinas automáticas de corte de aço ou de desenho.

Esse processador gera sinais através de parâmetros que determinam os caminhos percorridos pela ferramenta. Esses caminhos podem ser retilíneos, parabólicos ou circulares.

As figuras a seguir nos mostram, para cada caminho, os parâmetros requeridos.

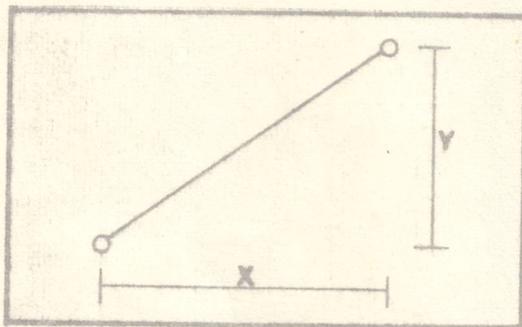


Fig. 1.1-Caminho retilíneo

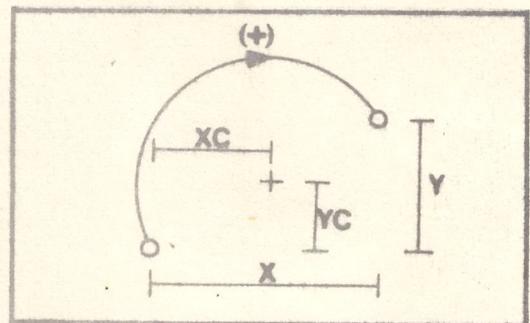


Fig. 1.2-Caminho circular

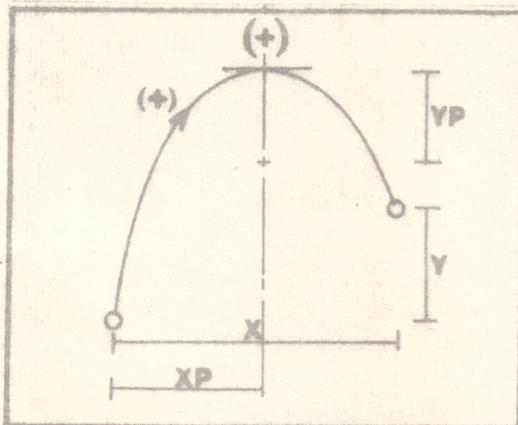


Fig. 1.3
Caminho parabólico X

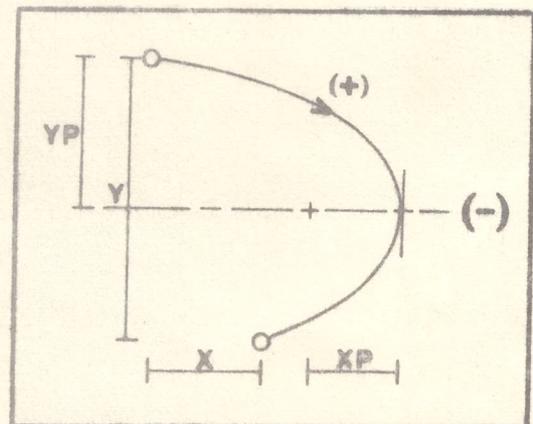


Fig. 1.4
Caminho parabólico Y

Obs.: Os sinais indicam o sentido de percurso e o eixo da parábola.

No nosso sistema optamos pela não utilização de parábolas pelas seguintes razões:

- i) A visualização parabólica é menos intuitiva que a visualização circular;
- ii) No ajustamento de funções por trechos de círculos podemos obter curvas mais suaves através de mudanças de escala das ordenadas.

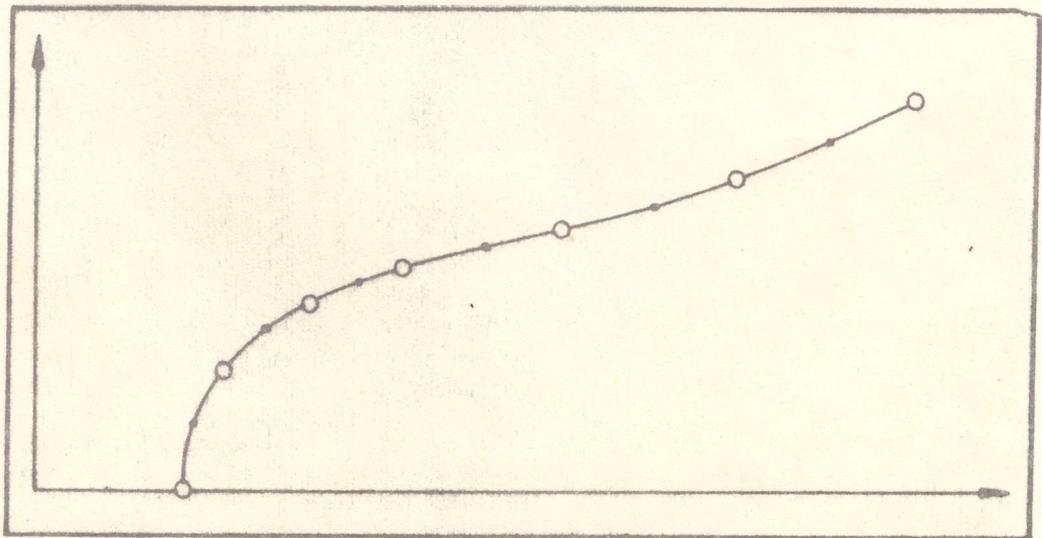
2 AJUSTAMENTO DE CURVAS

Normalmente ao se trabalhar com um contorno não temos de imediato os parâmetros que melhor traduzem a sua representação. Este fato nos coloca diante de um problema de ajustamento de curva a um conjunto de pontos que definem discretamente o contorno.

Dependendo de como se apresente este conjunto de pontos, utilizamos um dos seguintes tipos de ajustamentos:

a) Visual

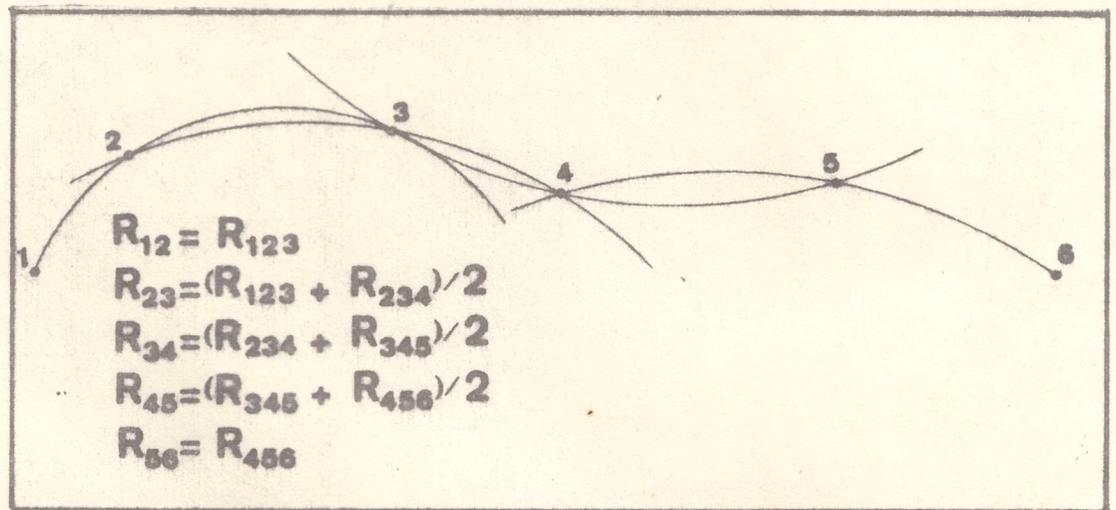
Aplicado quando podemos visualizar no contorno trechos que possam ser substituídos por arcos de círculos ou segmentos de retas. Para a identificação de cada trecho fornecemos as coordenadas de seus pontos delimitadores e as coordenadas de um outro ponto pertencente ao mesmo, ou seja, uma trinca de pontos a cada trecho. Ver figura 2.1.



b) Não visual

Aplicado quando não se conhece a representação gráfica do contorno, ou seja, quando sô se conhece um conjunto de pontos pertencentes ao contorno.

Neste caso, é interpolado a cada dois pontos consecutivos um arco de círculo cujo raio é a média aritmética dos raios dos dois círculos que passam pelo par de pontos considerado e respectivamente pelos pontos anterior e posterior ao par. Ver figura 2.2.

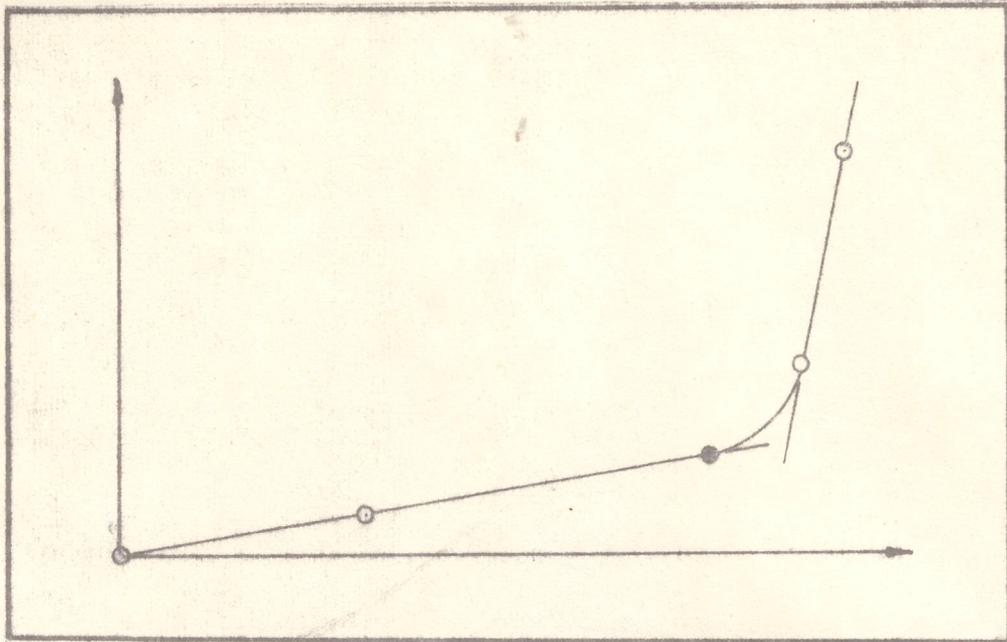


- Fig. 2.2 -

A fim de considerar certas particularidades inerentes a determinadas curvas, foram previstas algumas singularidades neste tipo de ajustamento:

Singularidade tipo A

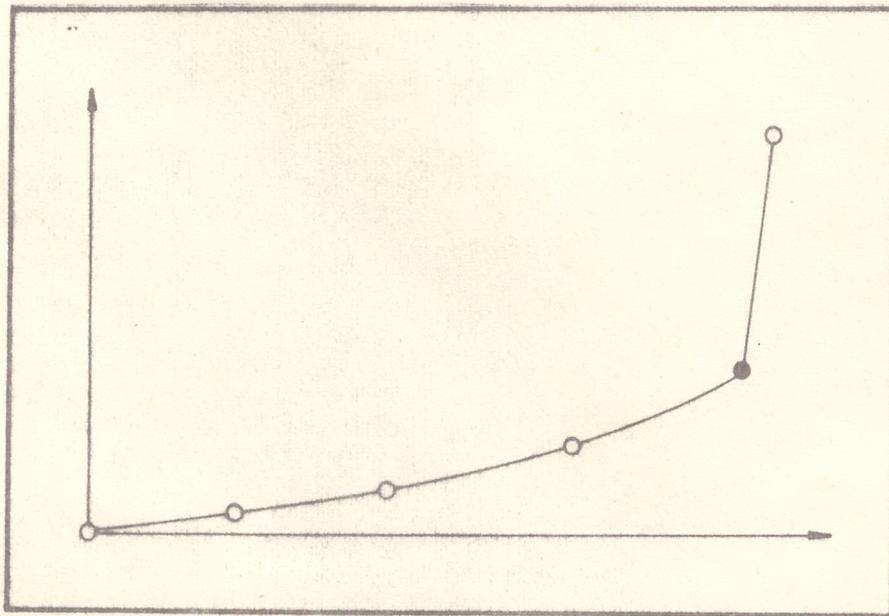
Usada para a obtenção de um arco de círculo tangente às retas que passam respectivamente pelos pares de pontos anterior e posterior ao ponto com esta singularidade. Neste caso não se faz necessário o fornecimento das coordenadas do ponto. Ver figura 2.3.



- Fig. 2.3 -

Singularidade tipo B

Usada para se indicar quina no contorno. Ver figura 2.4.



- Fig. 2.4 -

Singularidade tipo C

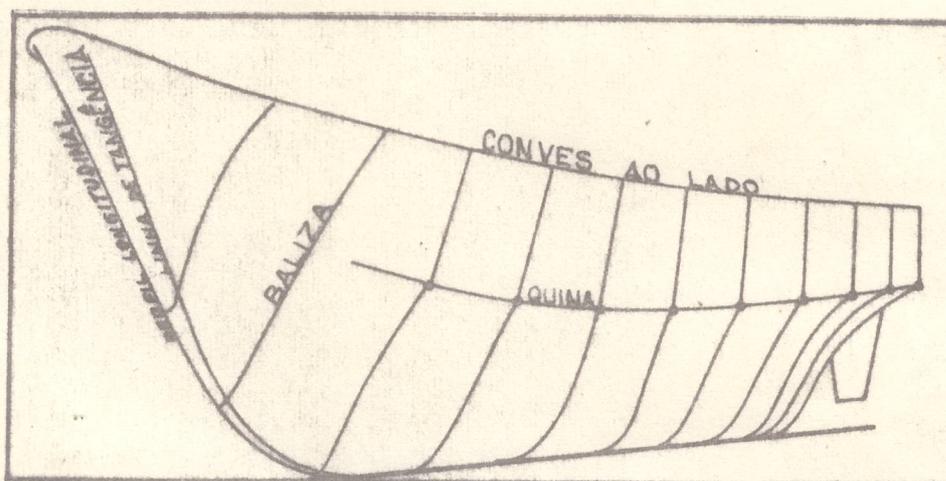
Usada para se definir terminações em forma de U.

3 DEFINIÇÃO DA FORMA DA EMBARCAÇÃO

A forma da embarcação é definida por meio de um conjunto de linhas pertencentes à forma moldada da mesma. Essas linhas são as seguintes:

- a) Perfil longitudinal;
- b) Balizas;
- c) Convés ao lado;
- d) Quinas do casco;
- e) Linhas de tangência.

Ex.:

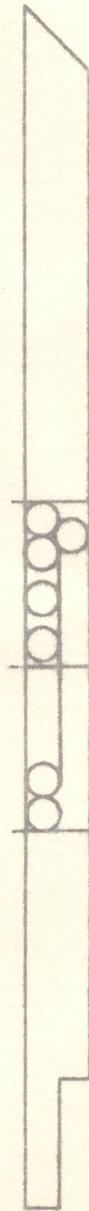
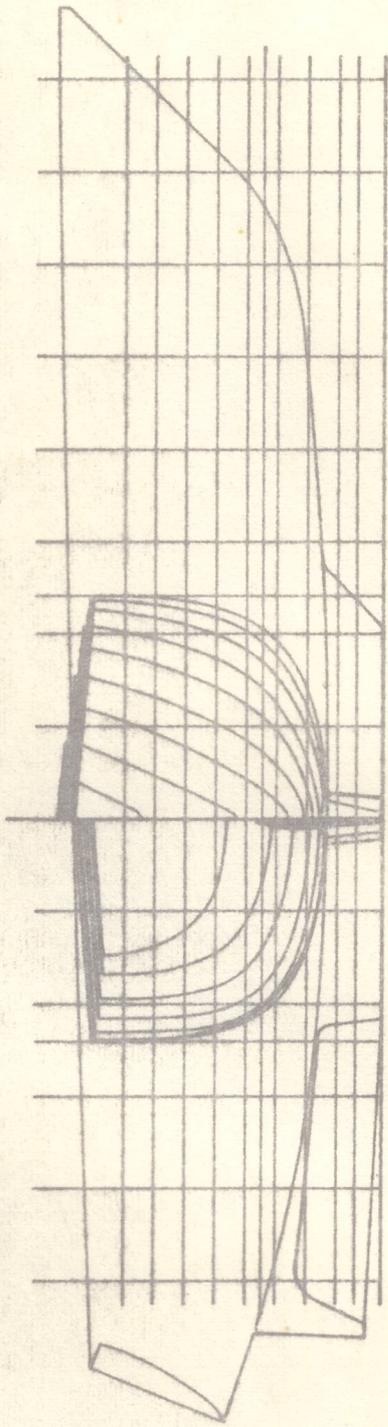
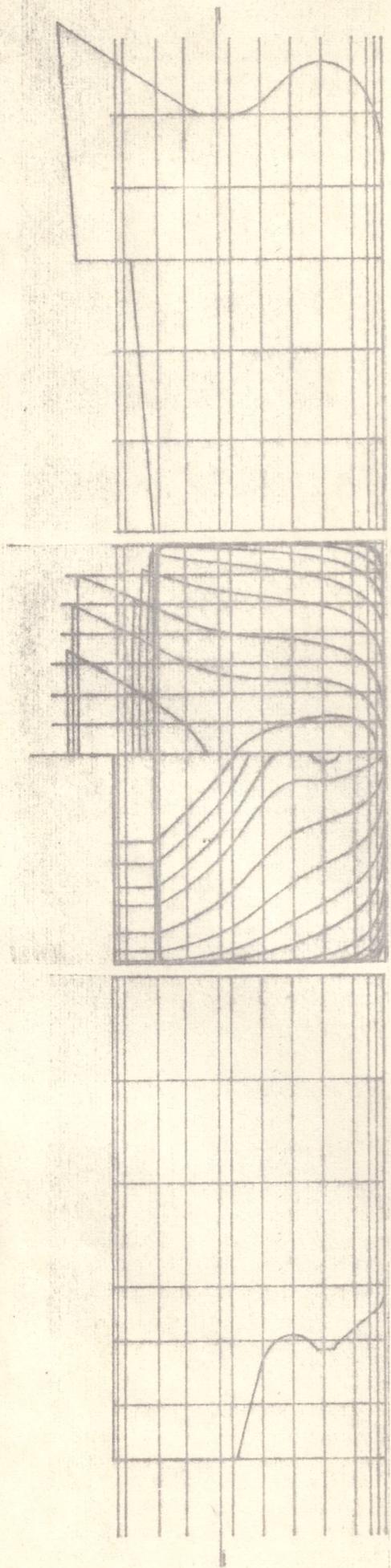


- Fig. 3.1 -

A identificação de cada uma dessas linhas é feita por ajustamentos de círculos e retas a pontos convenientemente escolhidos ao longo de suas projeções.

Quando falamos em pontos convenientemente escolhidos poderia parecer à primeira vista que este tipo de levantamento de dados seja por demais trabalhoso. Entretanto a disponibilidade de uma mesa de levantamento automático de coordenadas simplifica bastante esse trabalho.

As figuras que se seguem nos mostram alguns navios levantados em nosso Departamento Técnico.



- Fig. 3.2 -

4 GERAÇÃO DE CONTORNOS AUXILIARES

O projeto preliminar de uma embarcação exige o conhecimento de certos contornos como cavernas e linhas d'água.

Descreve-se a seguir os conceitos utilizados na geração dessas linhas.

4.1 Geração de linha d'água

Obtém-se esse contorno pelo ajustamento de círculos e retas ao seguinte conjunto de pontos:

- a) Primeiramente acham-se as interseções das balizas com o plano da linha d'água em estudo. Caso alguma baliza intercepte o plano mais de uma vez, cuidados especiais são tomados de modo a garantir o sentido do contorno da linha d'água;
- b) A seguir determinam-se as interseções dos 'Contornos não Planos' com o plano da linha d'água. Tais interseções são combinadas com as anteriores numa das formas abaixo:
 - i) Inserindo-a entre as duas que a cercam;
 - ii) Inserindo-a numa posição que garanta o sentido do contorno da linha d'água.

Obs.: Este último normalmente é utilizado ao se trabalhar com embarcações do tipo CATAMARÃ.
- c) Finalmente determinam-se os pontos que definirão as terminações da linha d'água.

Dois tipos de terminações são possíveis:

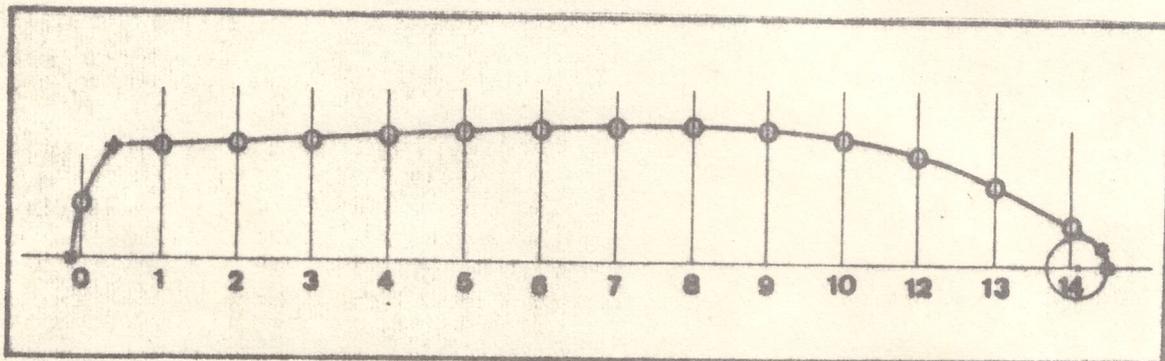
- i) Em U

Para este tipo são determinados pontos que permitam a geração de uma extremidade circular, centrada na linha de centro, tangente à reta que passa pelas duas interseções mais extremas diferentes de zero e que intercepta a curva do perfil.

ii) Em V

Essa terminação nada mais é que a simples inclusão do traço do perfil aos pontos obtidos.

Ex.:



- Fig. 4.1.1 -

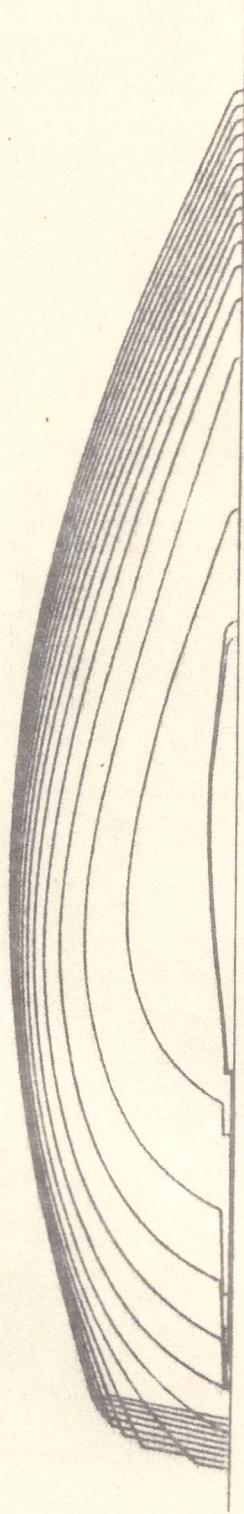
4.2 Geração de cavernas

Gerando-se um conjunto de linhas d'água convenientemente espaçadas e aplicando-se sistemática semelhante, facilmente obteremos um Plano de Cavernas Preliminar de grande utilidade no detalhamento do projeto.

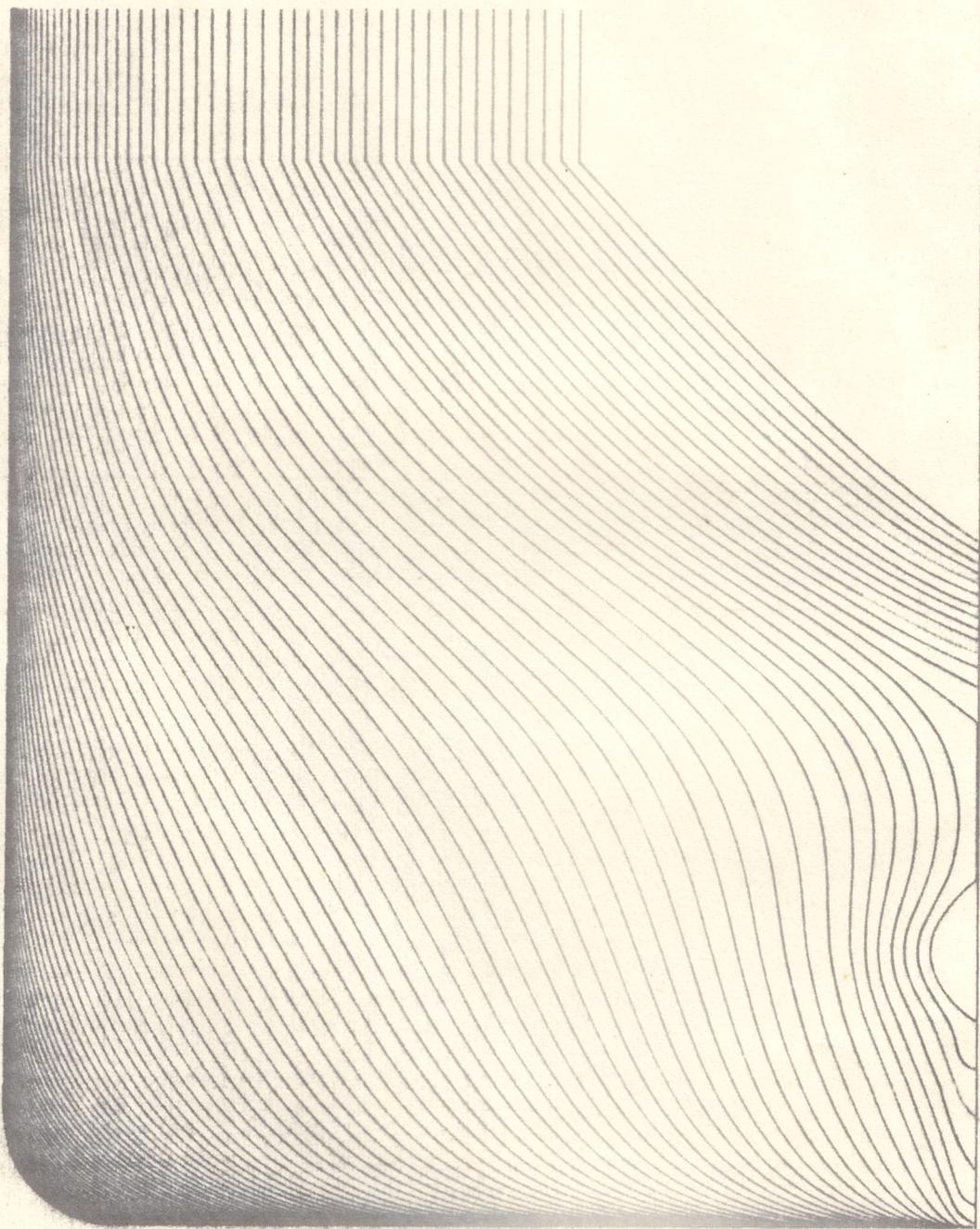
4.3 Comentário

A metodologia usada na geração de contornos auxiliares apresenta certa semelhança com alguns processos de carenamento. As simplificações adotadas tem por finalidade a redução de tempo de processamento. Em termos de projeto preliminar tais simplificações são plenamente satisfatórias.

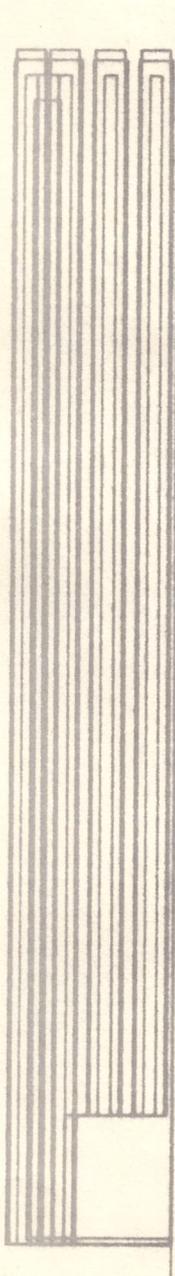
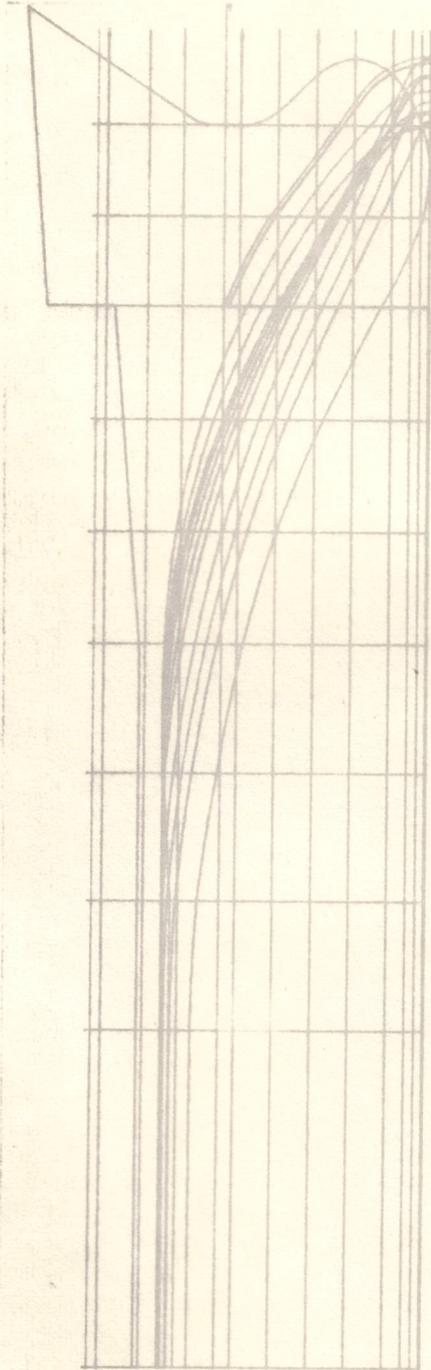
As figuras a seguir nos mostram alguns contornos obtidos em nosso Departamento Técnico.



- Fig. 4.1.2 -



- Fig. 4.1.3 -



- Fig. 4.1.4 -

5 COMPARTIMENTAGEM

A solução de numerosos problemas em Arquitetura Naval requer o conhecimento prévio da compartimentagem existente na embarcação. Daí a necessidade da criação de um arquivo que contenha uma série de informações relativas a compartimentação do navio.

5.1 Definições

Para facilitar este estudo vejamos algumas definições fundamentais:

a) Poligonais paralelas

Dizemos que duas poligonais são paralelas quando ambas têm o mesmo número de lados e os lados de uma são consecutivamente paralelos aos lados da outra.

b) Superfície prismática segundo uma direção

Definimos como superfície prismática segundo uma direção a aquela formada por planos que se apoiam nos lados homólogos de duas poligonais paralelas contidas em dois planos normais a essa direção.

Ex.:

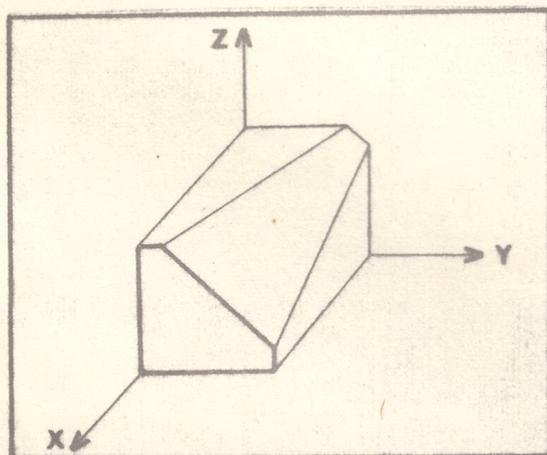


Fig. 5.1.1-Superfície Prismática em relação a X

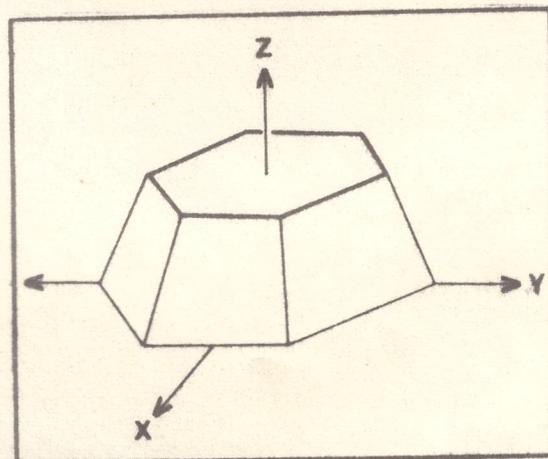


Fig. 5.1.2-Superfície Prismática em relação a Z

c) Compartimento uni-prismático

Entende-se como compartimento uni-prismático aquele cuja superfície longitudinal não adjacente ao casco é uma superfície longitudinalmente prismática.

d) Compartimento multi-prismático

Entende-se como compartimento multi-prismático aquele cuja superfície longitudinal não adjacente ao casco é uma superfície seccionalmente prismática no sentido longitudinal.

Ex.:

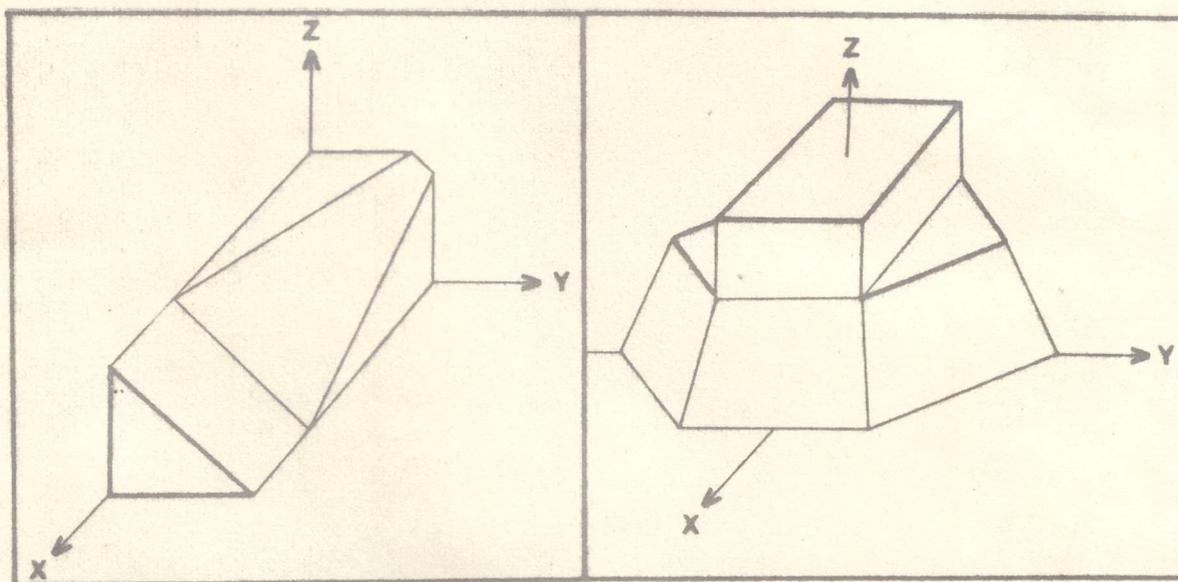


Fig. 5.1.3-Compartimento multi-prismático em relação a \bar{X}

Fig. 5.1.4-Compartimento multi-prismático em relação a \bar{Z}

e) Compartimento não prismático

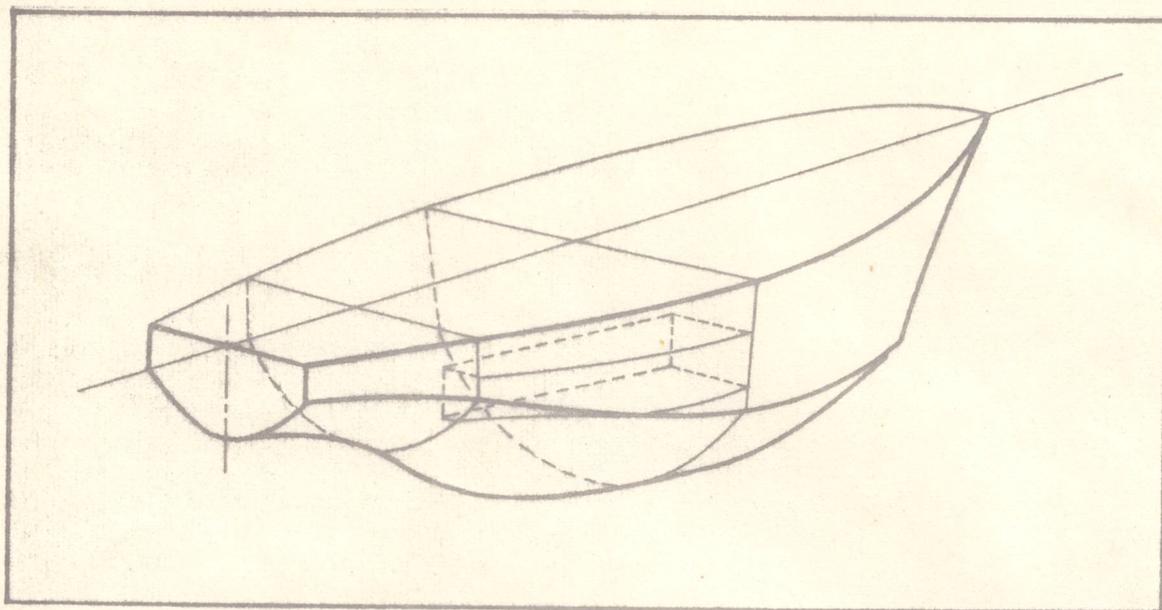
Entende-se como compartimento não prismático aquele cuja forma não adjacente ao casco não apresenta faces planas.

f) Compartimento misto

Entende-se como compartimento misto aquele cuja forma não adjacente ao casco é constituída de superfícies não planas e de superfícies longitudinalmente prismáticas.

5.2 Compartimento uni-prismático

Consideremos preliminarmente o compartimento da figura a seguir.



- Fig. 5.2.1 -

Observando-se a superfície não adjacente ao casco encontraremos os seguintes planos:

- Antepara transversal à ré;
- Antepara transversal à vante;
- Antepara longitudinal;
- Teto;
- Fundo.

Uma maneira bastante cômoda de se gerar este compartimento é imaginar cada um desses planos como um 'Instrumento Cortante' e com ele eliminarem-se as porções do navio que não interessem ao estudo do compartimento.

A série de figuras apresentadas a seguir nos mostra os diversos estágios ao se utilizar essa filosofia de seccionamento do navio durante a geração do compartimento dado como exemplo.

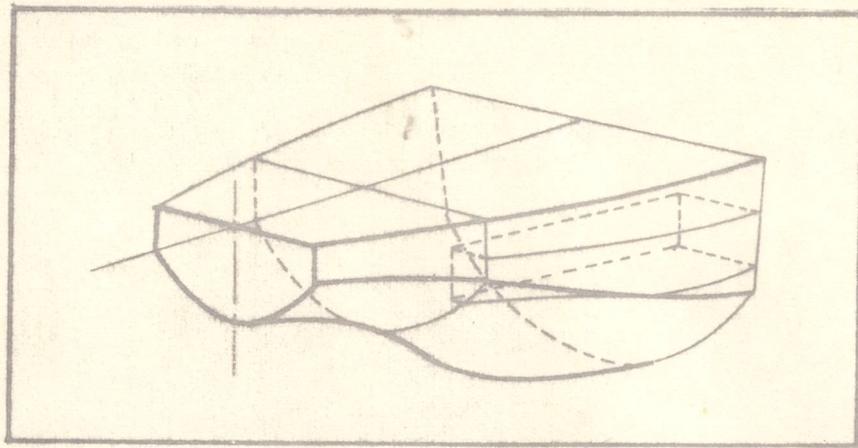


Fig. 5.2.2-Eliminação da porção à vante

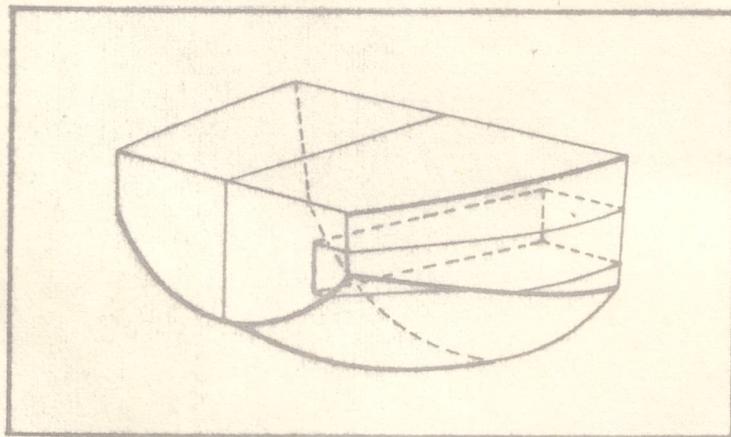


Fig. 5.2.3-Eliminação da porção à ré

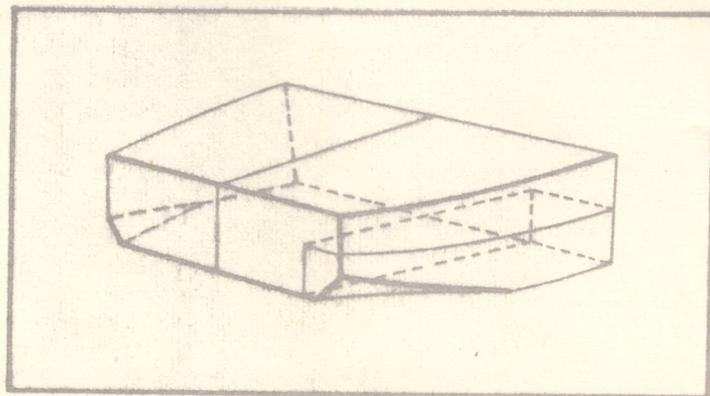


Fig. 5.2.4-Eliminação da porção inferior ao fundo

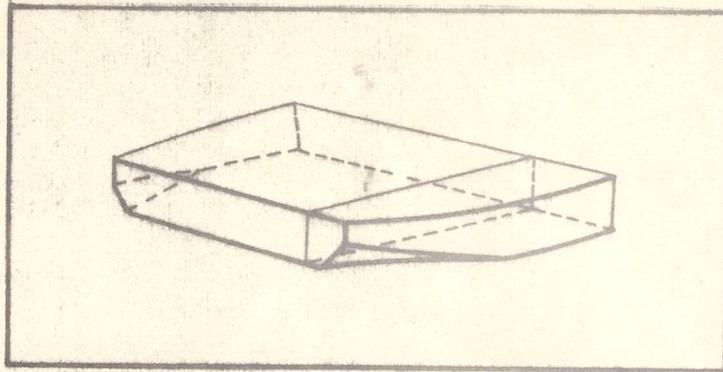


Fig. 5.2.5- Eliminação da porção superior ao teto

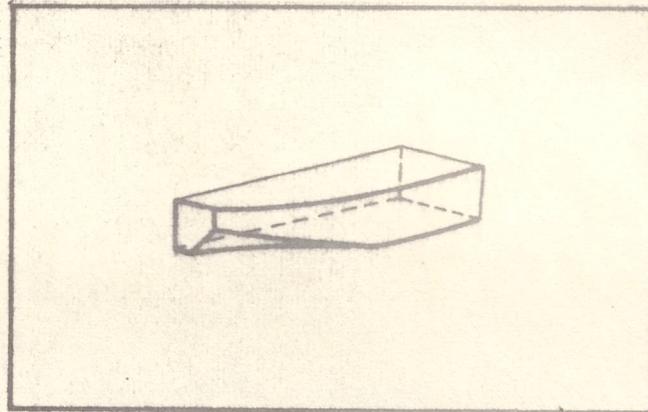
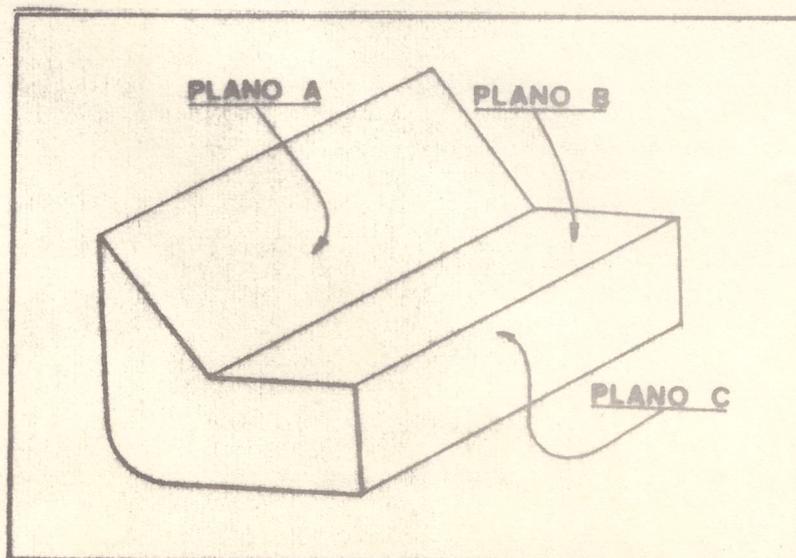


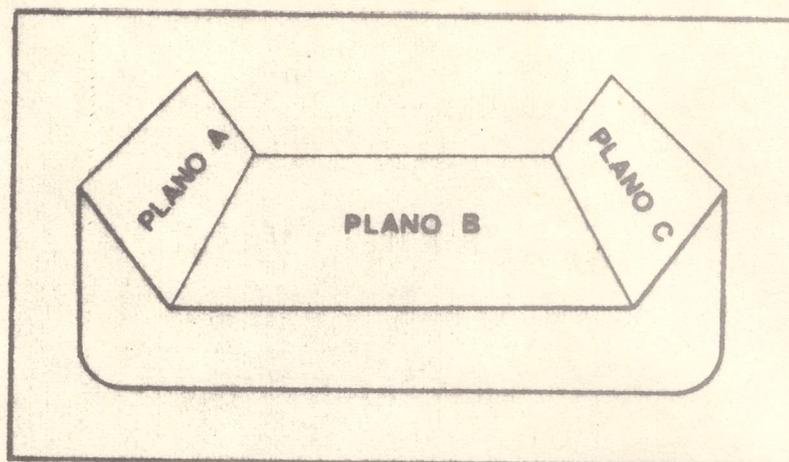
Fig. 5.2.6- Eliminação da porção lateral

Se tentarmos agora com o mesmo procedimento gerar o compartimento da figura a seguir, verificaremos que o plano A, por exemplo, tende a eliminar parte do compartimento. Para se contornar este problema basta que se considere como instrumento cortante o diedro formado pelos planos A e B.



- Fig. 5.2.7 -

Um problema semelhante ocorrerá com o compartimento indicado a seguir.



- Fig. 5.2.8 -

Da mesma forma resolveremos o problema considerando como instrumento cortante a superfície formada pelos planos A, B e C.

Obs.: Embora o raciocínio seja espacial os 'Cortes' são efetuados caverna a caverna, ou seja, o problema é bidimensional.

5.3 Compartimento multi-prismático

Obtêm-se esse compartimento concatenando-se as partes relativas às superfícies longitudinalmente prismáticas, geradas isoladamente.

Ex.: Suponhamos que se queira gerar um porão de cargueiro considerando a forma de sua escotilha.

Poderemos fazê-lo de duas maneiras:

1^a solução:

- a) Gera-se todo o porão ignorando-se a escotilha;
- b) Gera-se a escotilha;
- c) Concatena-se transversalmente a escotilha ao porão.

2^a solução:

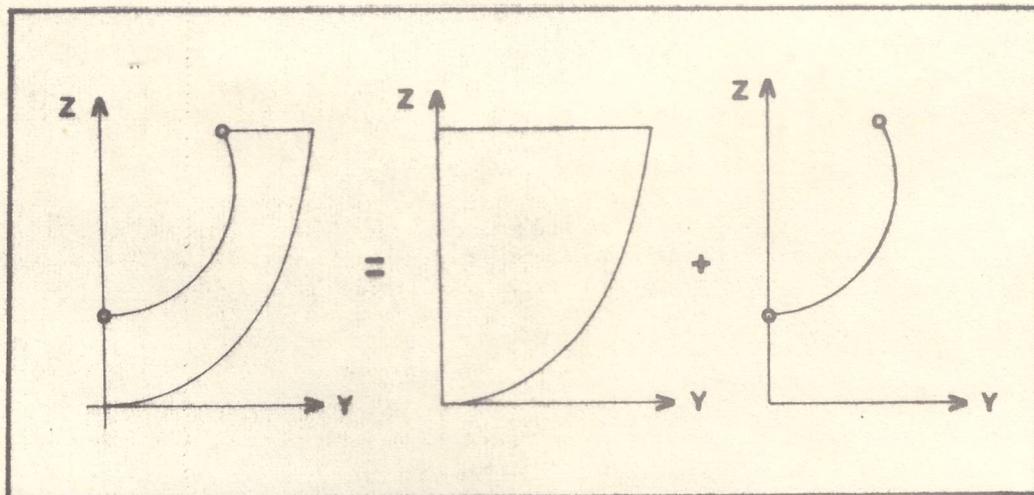
- a) Gera-se a parte à ré da escotilha;
- b) Gera-se a parte na região da escotilha;
- c) Gera-se a parte à vante da escotilha;
- d) Concatenam-se longitudinalmente essas partes.

5.4 Compartimento não prismático

Neste caso não há automatização da geração, isto é, o compartimento é definido de maneira análoga à definição da forma do navio.

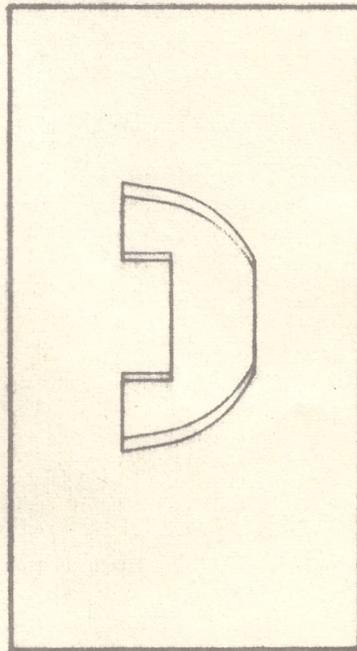
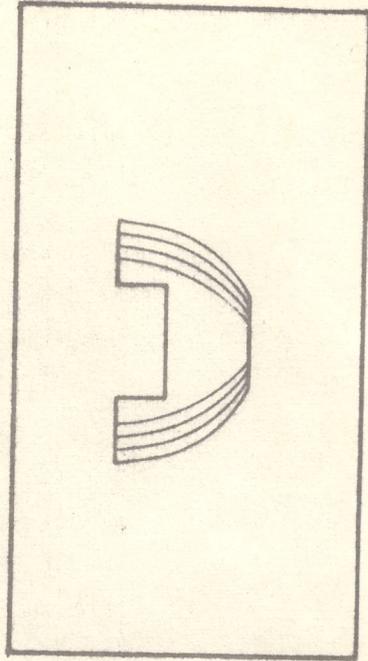
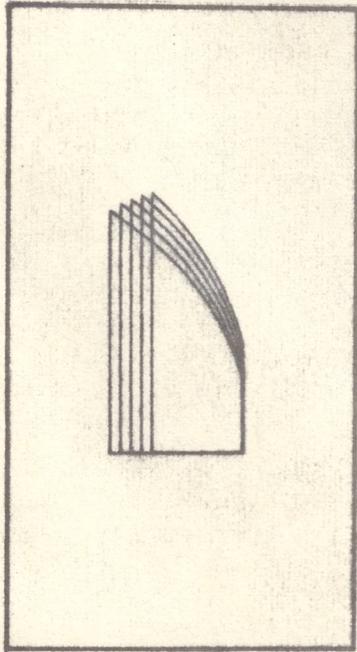
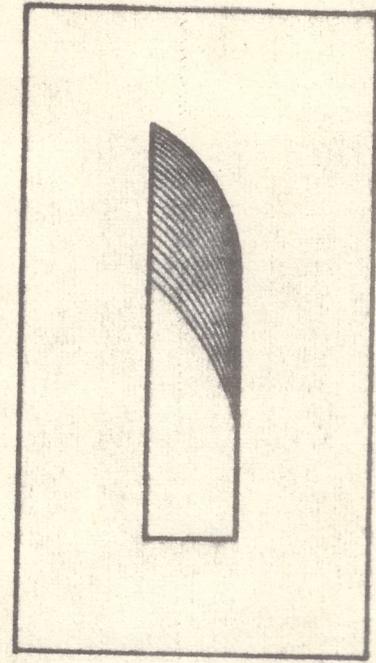
5.5 Compartimento misto

Para se definir este tipo de compartimento ignoramos as superfícies não planas e o geramos como se fosse prismático. A seguir levantamos os contornos pertencentes às superfícies não planas que devam substituir as partes dos contornos geradas indevidamente.

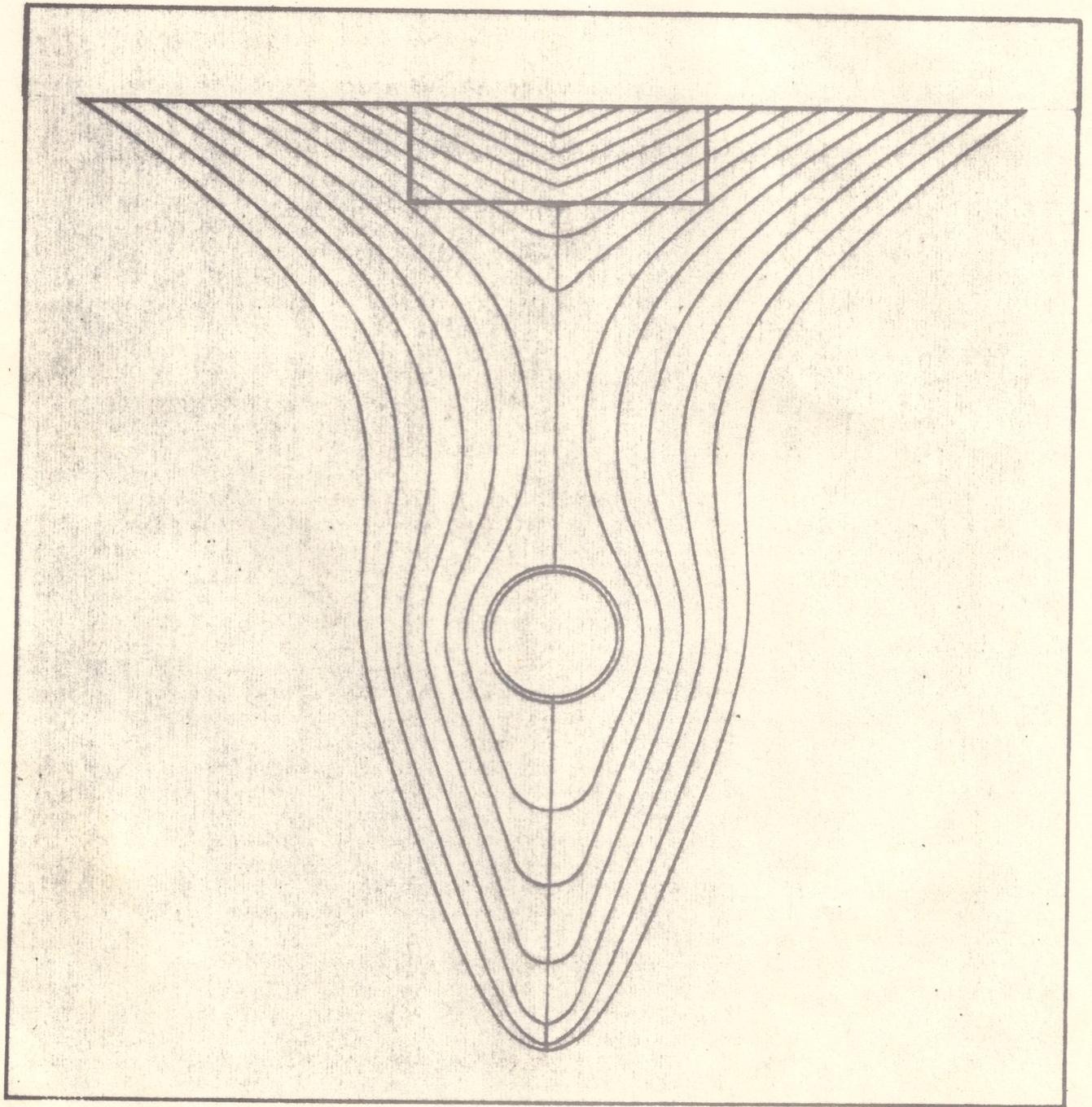


- Fig. 5.5.1 -

As figuras a seguir nos mostram alguns compartimentos gerados em nosso Departamento Técnico.



- Fig. 5.5.2 -

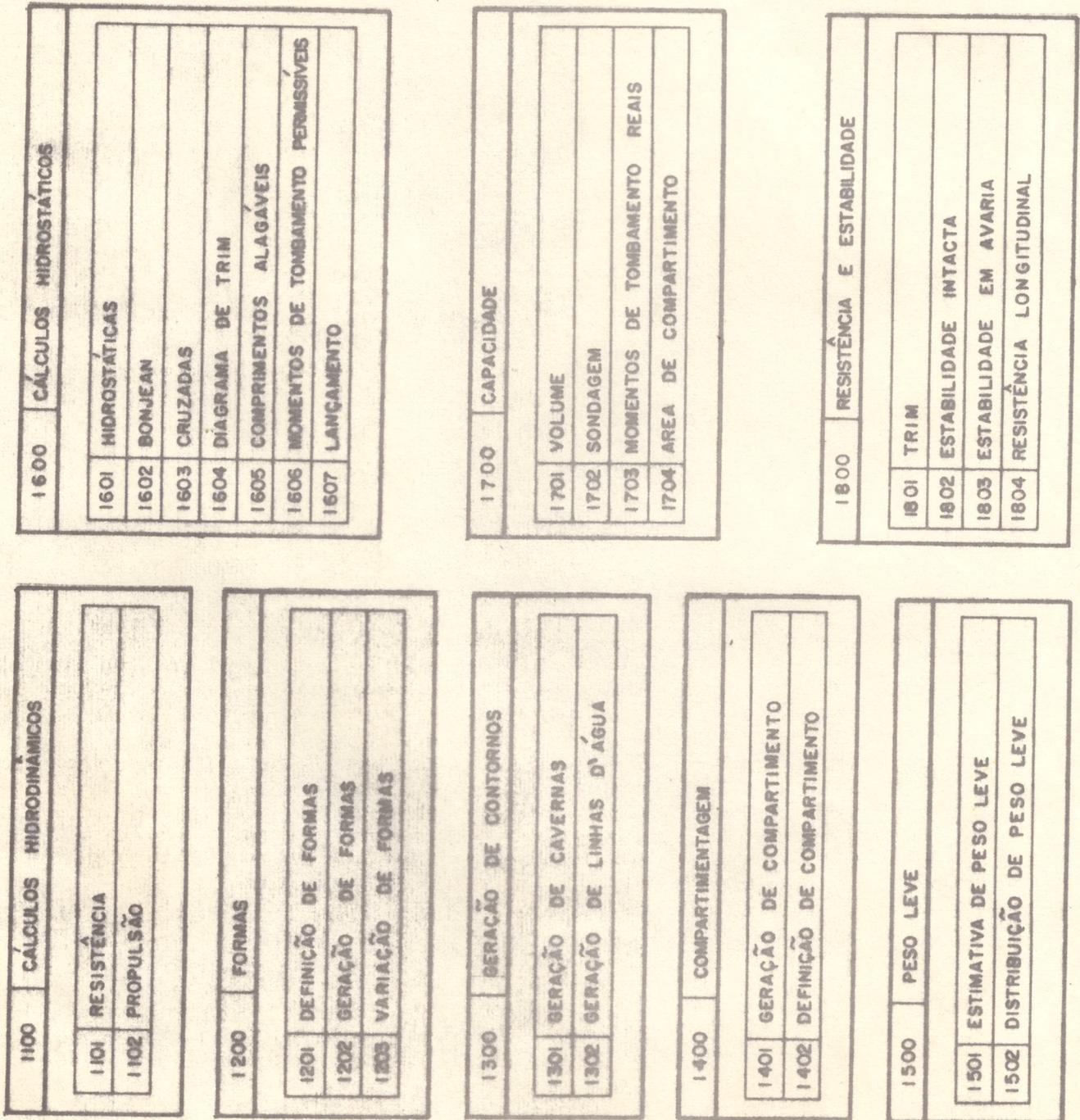


- Fig. 5.5.3 -

6 CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

Aplicando-se os conceitos de análise de sistemas à atividade de projeto de navio, desenvolvemos um sistema de cálculos de Arquitetura Naval, cuja característica é absorver o máximo da capacidade criativa do projetista, poupando-o de todas as tarefas passíveis de mecanização.

Fig. 6,1



CONCLUSÕES

Pelo que foi visto no presente trabalho poderemos concluir os seguintes pontos:

- 1º Os métodos de cálculo podem ser facilmente programados;
- 2º O modelo é aplicável a qualquer tipo de embarcação;
- 3º As soluções clássicas de problemas de Geração de Forma e Variação de Forma são de conceituação bastante compatível com a filosofia do modelo;
- 4º A automatização do processo do ponto de vista gráfico é o instrumento mais eficaz tanto em termos de confiabilidade quanto em capacidade de reciclagem do projeto.