

PNV 3415

Noções de Projeto

de Engenharia

Projeto de Engenharia Naval e Oceânica

- O que é Projeto?
 - Projeto de música, projeto de lei, projeto de arte, etc..
 - Projeto de Engenharia

Projeto – plano e descrição do processo de obtenção de um determinado “produto”

- O que é Engenharia?

Engineering is the discipline, art, skill, profession and technology of acquiring and applying scientific, mathematical, economic, social, and practical knowledge, in order to design and build structures, machines, devices, systems, materials and processes.

- Qual é a diferença entre cientista e engenheiro?

Projeto de Engenharia Naval e Oceânica

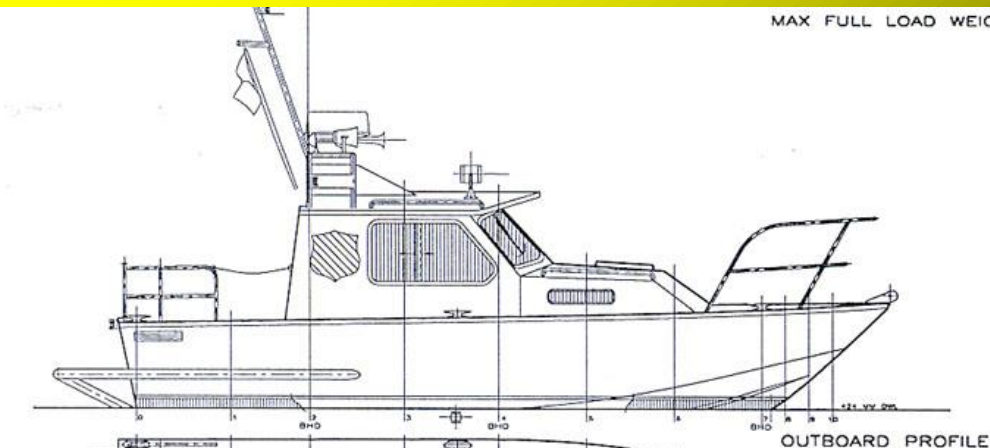
- O que é Projeto de Navio ?

Descrição e plano para construção, operação e manutenção de um navio (SOLUÇÃO DO PROBLEMA).

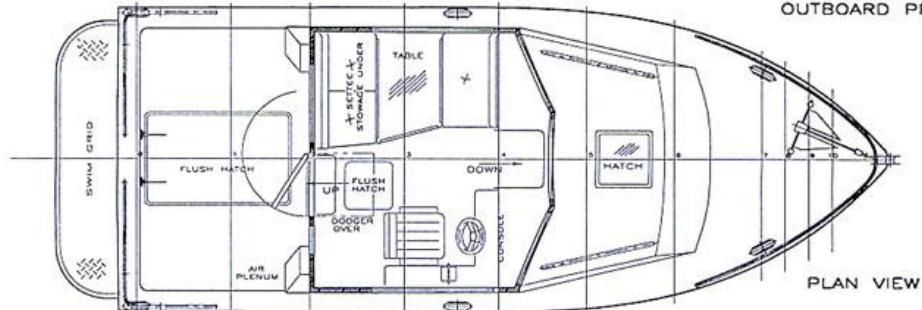
- Definição de Projeto

- Atividade para produzir os desenhos (modelos computacionais 3D), especificações e dados necessários para construir um objeto, no caso o Navio \equiv **INFORMAÇÃO**
- Processo de projeto (conjunto/sequência de atividades) não é único. Aspectos comuns presentes nos possíveis processos:
 - Objetivos do processo de projeto
 - Necessidade do projetista entender os requisitos do armador e ajudá-lo a refinar estes requisitos
 - Restrições de tempo e recursos impostas ao processo
 - Importância da criatividade e do trabalho em equipe

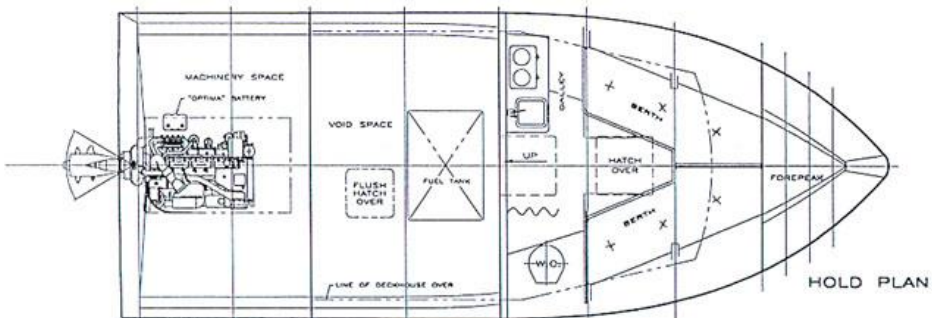
MAX FULL LOAD WEIGHT (NOT TO BE EXCEEDED) 3.57 TONNES



OUTBOARD PROFILE



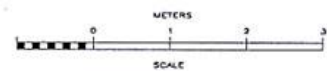
PLAN VIEW



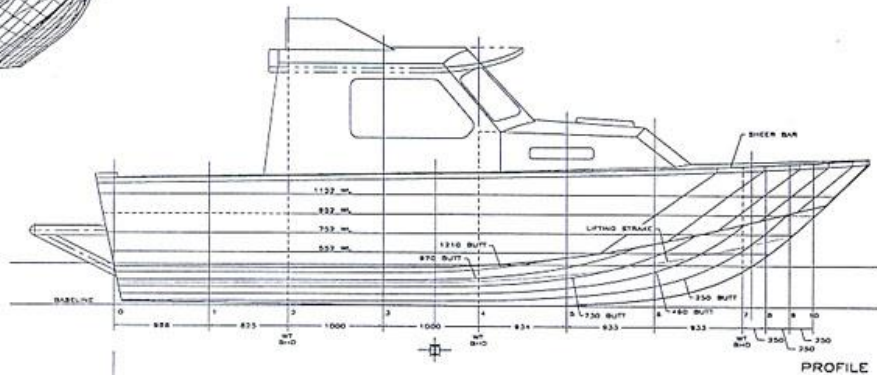
HOLD PLAN

PARTICULARS

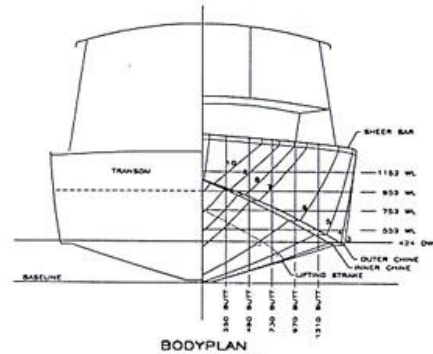
LENGTH O.A.	8.14 M
LENGTH W.L.	6.71 M
BEAM	3.21 M
DEPTH	1.37 M
DRAFT	.42 M
CREW	4 PERSONS
FUEL	345 L
FRESH WATER	40 L
POWER	230 BHP
SPEED, LOADED	30 KNOTS



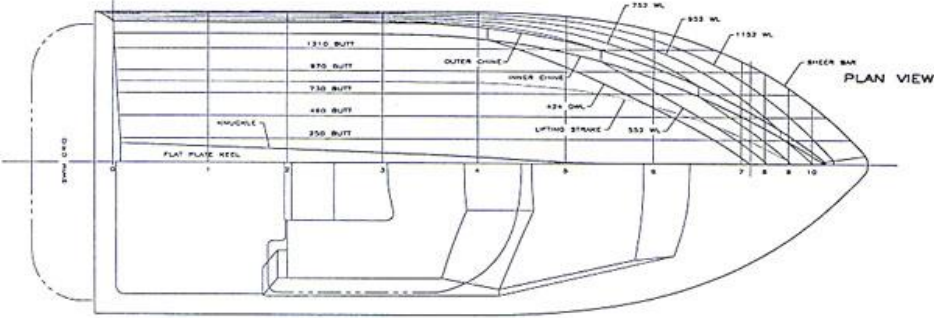
3	ANCHOR, CLEAR, BOW ROLLER, WIRE, FLUSH HATCH ADDED. SWAINING BOULDER 30.5 L. MAXIMUM WEIGHT SPECIFIED. RAILS MODIFIED.	HFW	MAR12/78
2	ANGLE UPDATED. END VIEW REVISIONS. OODGER ADDED. FUEL TANK, HATCH, BERTH, CONSOLE. HOLES (COURTESY UNDATED). BERTH LIGHT ADDED TO PROTRUSION. LUNNETE SHIFTED LEFT. REVISIONS TO OODGER RAIL ON PLATFORM PLATE. UNDATED FRAME CORRECTED. COLLISION AND LOCATION CORRECTED.	HFW	MAR 8/78
1	FIRST ISSUE	HFW	OCT18/78
REV. #	REVISIONS	BY	DATE
 ROBERT ALLAN LTD. NAVAL ARCHITECTS MARINE ENGINEERS 1690 WEST 2ND AVE. VANCOUVER B.C.			
CLIENT ESTALEIRO ITAJAI S.A.			
VESSEL 8 METRE ALUMINUM PATROL BOAT			
TITLE GENERAL ARRANGEMENT			
APPROVED DATE	SCALE 1:30	PROJECT NO. HFW	DWG. NO. 79-96-30000
	DATE OCTOBER 18, 1978		REV. 3



PROFILE



BODYPLAN



PLAN VIEW

NOTES REGARDING LIFTING STRAKES:
 STRAKE TERMINATES AT THE TRANSOM
 BOTTOM SURFACE OF STRAKE TO BE HORIZONTAL
 FOR FULL LENGTH.
 FRONT OF STRAKE TO BE TAPERED SMOOTHLY
 TO A POINT.
 AFT ENDS TO BE CUT OFF SQUARE AND CAPPED.
 STRAKES TO BE CUT FROM 3°-33/16" ANGLE AND
 CONTINUOUSLY WELDED TO SHELL.

LIFTING STRAKE HALF BREADTHS	
FRAME	LIFTING STRAKE
2 & AFT	851
4	810
6	765
8	658
7	281
8	183

PARTICULARS

LENGTH O.A.	8.14 M
LENGTH W.L.	6.71 M
BEAM	3.21 M
DEPTH	1.37 M
DRAFT	1.42 M
CREW	4 PERSONS
FUEL	345 L
FRESH WATER	40 L
POWER	230 BHP
SPEED, LOADED	30 KNOTS

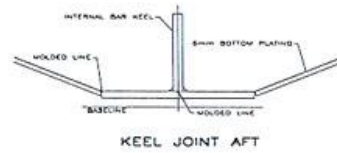
SEE SEPARATE DOCUMENT
 FOR TABLE OF OFFSETS

2	HULL PLATES DEVELOPED, HOUSE, JOINT DETAILS, LIFTING STRAKE ADDED, FRAME BRACING ENDED, ALUMINUM VOLUME ADDED, BOW GRID ADDED, TEXT ADDED.	HW	MAR 8/7
1	FIRST ISSUE	HW	DEC 28/76
REV. #	REVISIONS	BY	DATE

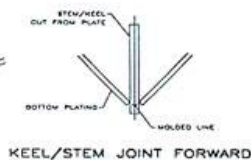


ROBERT ALLAN LTD.
 NAVAL ARCHITECTS MARINE ENGINEERS
 1690 WEST 2ND AVE. VANCOUVER B.C.

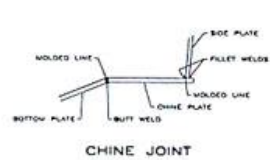
CLIENT	ESTALEIRO ITAJAI S.A.					
VESSEL	8 METRE ALUMINUM PATROL BOAT					
TITLE	LINES PLAN					
APPROVED (HW)	SCALE 1:25	DATE OCTOBER 14, 1982	DRAWN BY HW	CHECKED BY HW	NO. 79-96-21001	REV. 2



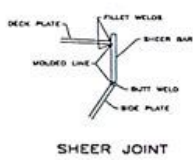
KEEL JOINT AFT



KEEL/STEM JOINT FORWARD



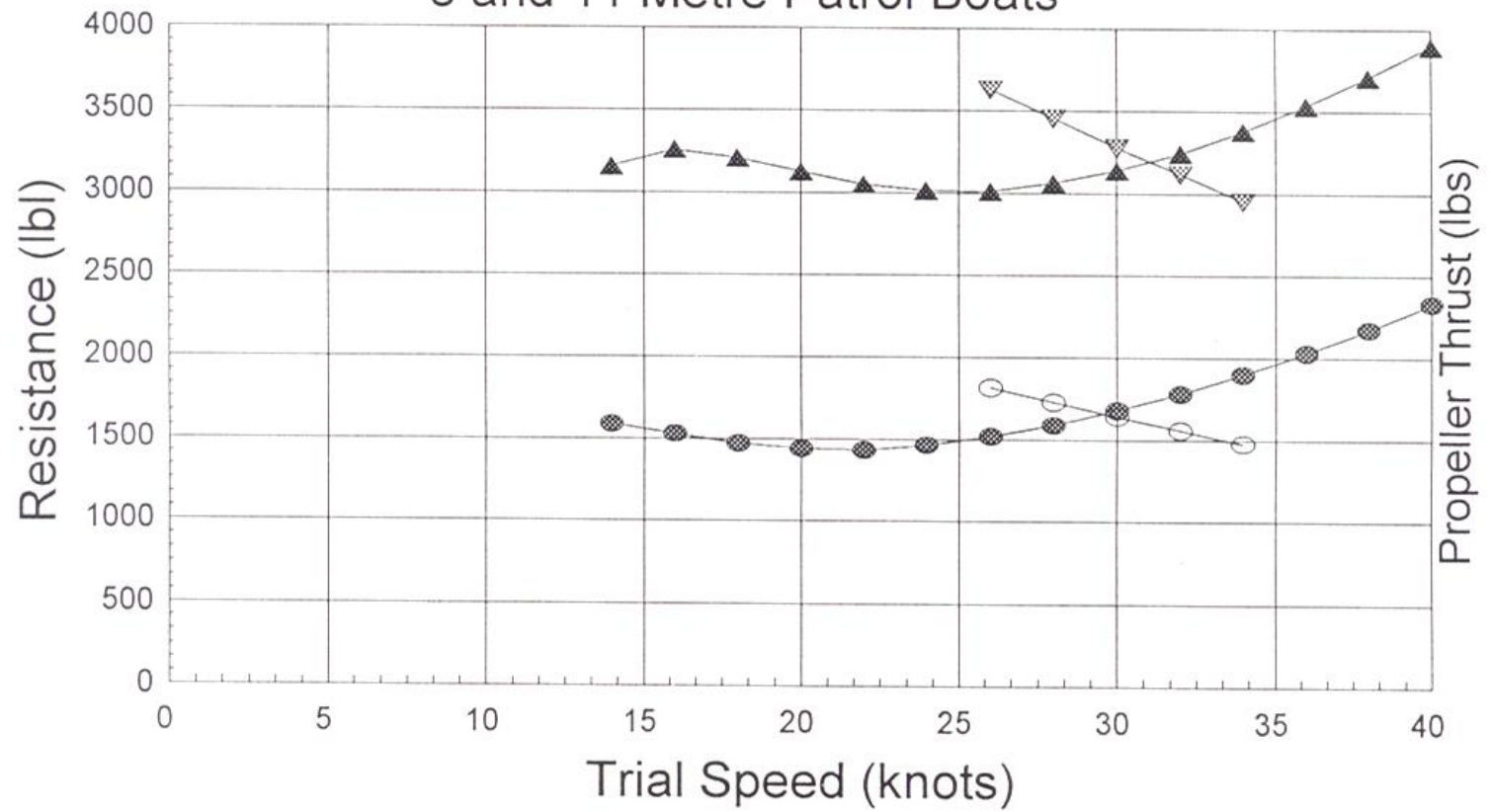
CHINE JOINT



SHEER JOINT

Performance Curves

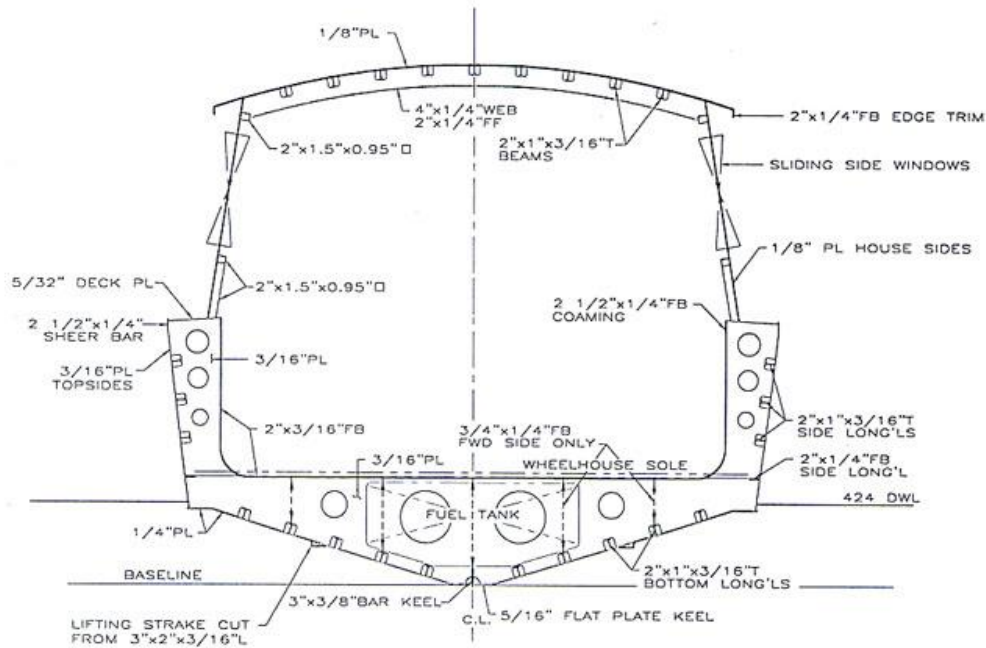
8 and 11 Metre Patrol Boats



▲ 11m, 16,400 lb Boat ▽ Thrust @ 2x230 BHP ● 8m, 7,900 lb Boat ○ Thrust @ 1x230 BHP


PARTICULARS

LENGTH O.A.	8.14 M
LENGTH W.L.	6.71 M
BEAM	3.21 M
DEPTH	1.37 M
DRAFT	.42 M
CREW	4 PERSONS
FUEL	345 L
FRESH WATER	40 L
POWER	230 BHP
SPEED, LOADED	30 KNOTS



ALUMINUM MATERIALS:

NORMAL PLATES-	5086 H116
TREAD PLATE-	6061 T6
EXTRUSIONS-	6061 T6

2	MINOR SCHEMATIC CHANGES. RECALCULATED WERE METAL HOUSE TOP DESIGN MODIFIED. FULL TANK SHOWN.	HFM	MAR 10/1
1	FIRST ISSUE	HFM	NOV 1/1
REV. #	REVISIONS	BY	DATE
 ROBERT ALLAN LTD. NAVAL ARCHITECTS MARINE ENGINEERS 1800 WEST 2ND AVE. VANCOUVER B.C.			
CLIENT			
ESTALEIRO ITAJAI S.A.			
VESSEL			
8 METRE ALUMINUM PATROL BOAT			
TITLE			
MIDSHIP SECTION			
APPROVED	DATE	SCALE	NO. OF SHEETS
		1:10	2
		PROJECT NO.	79-96-20000
		DATE	MARCH 10, 1981





Projeto de Engenharia Naval e Oceânica

- Qual a diferença entre Projeto Mecânico de Motor, compressor, etc..com projeto de um navio???

Projeto de Navios e Sistemas Complexos

Há necessidade de **visão sistêmica** e solução integrada

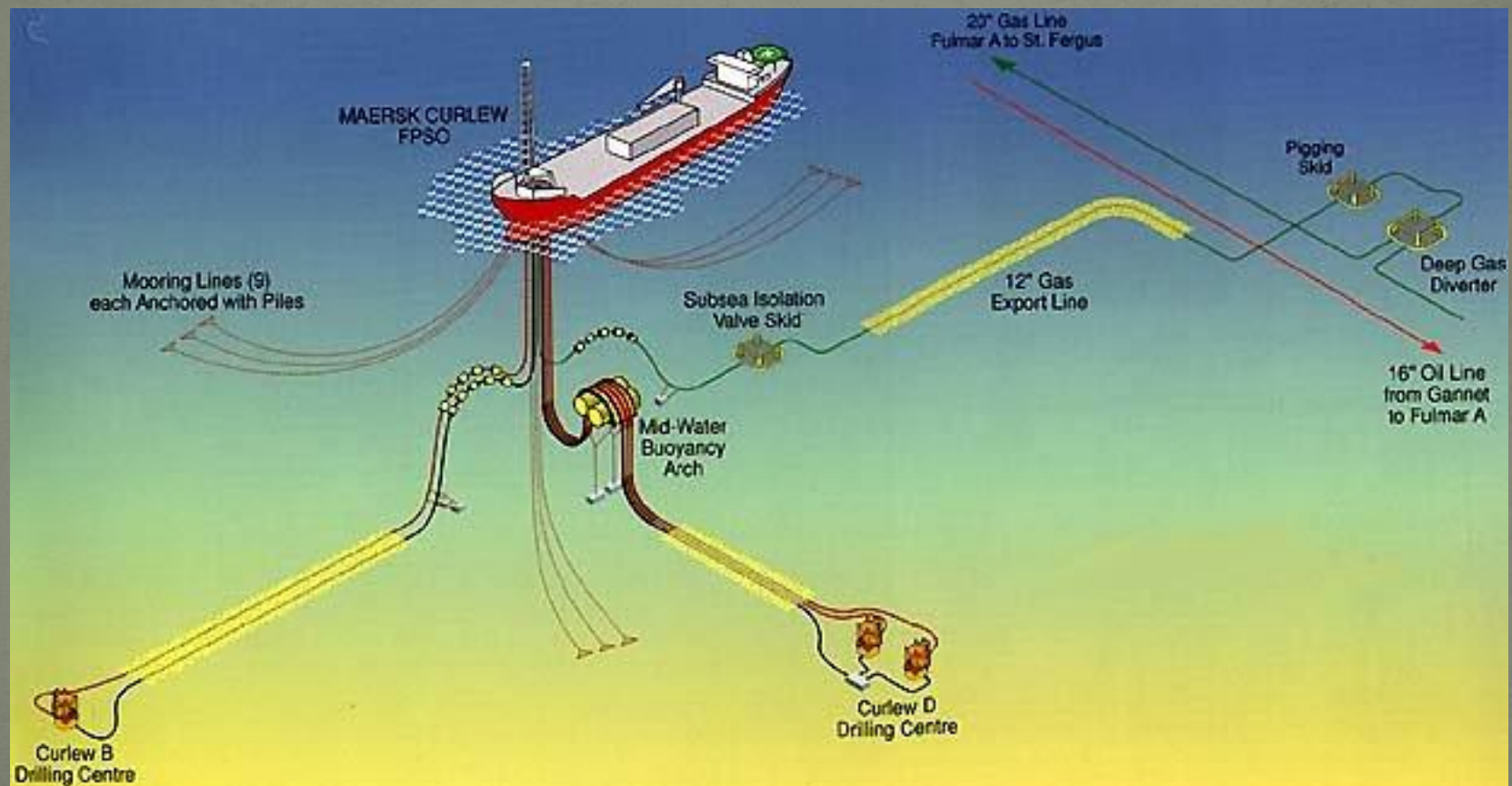
Visão Sistêmica:

Habilidade de um indivíduo (Engenheiro?) de obter soluções para um sistema (problema) integrando vários subsistemas e as funcionalidades que compõem este sistema.

Não deve ser confundida com “Visão Global”

Projeto de Engenharia Naval e Oceânica

Projeto de Engenharia - Visão Global x Sistêmica



Embarcações convencionais

■ Navios para Transporte.

- Carga Geral.
- Very Large Crude Carriers (VLCC).
- Navios Porta-Containers.
- Navios Roll-on/Roll-off.
- Navios LPG/LNG.
- Navios de Passageiros.

■ Embarcações de Serviço.

- Rebocadores.
- Empurradores.
- Offshore Supply Boats.

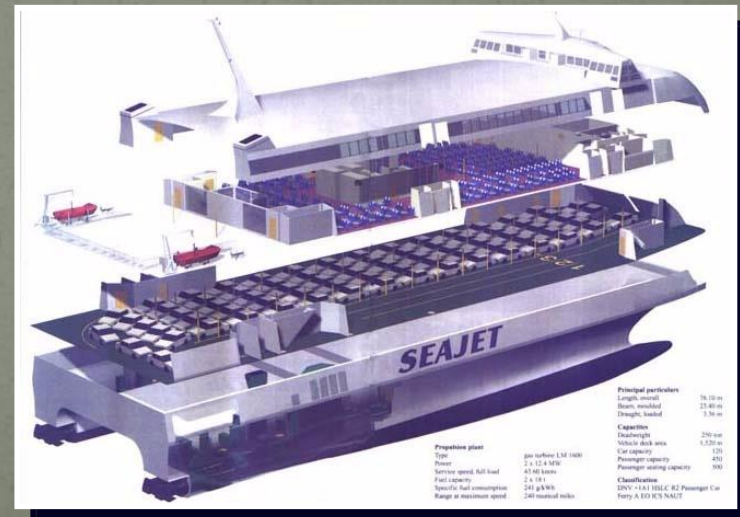
■ Embarcações Industriais.

- Navios Oceanográficos.
- Pesqueiros.



Embarcações Não-Convencionais

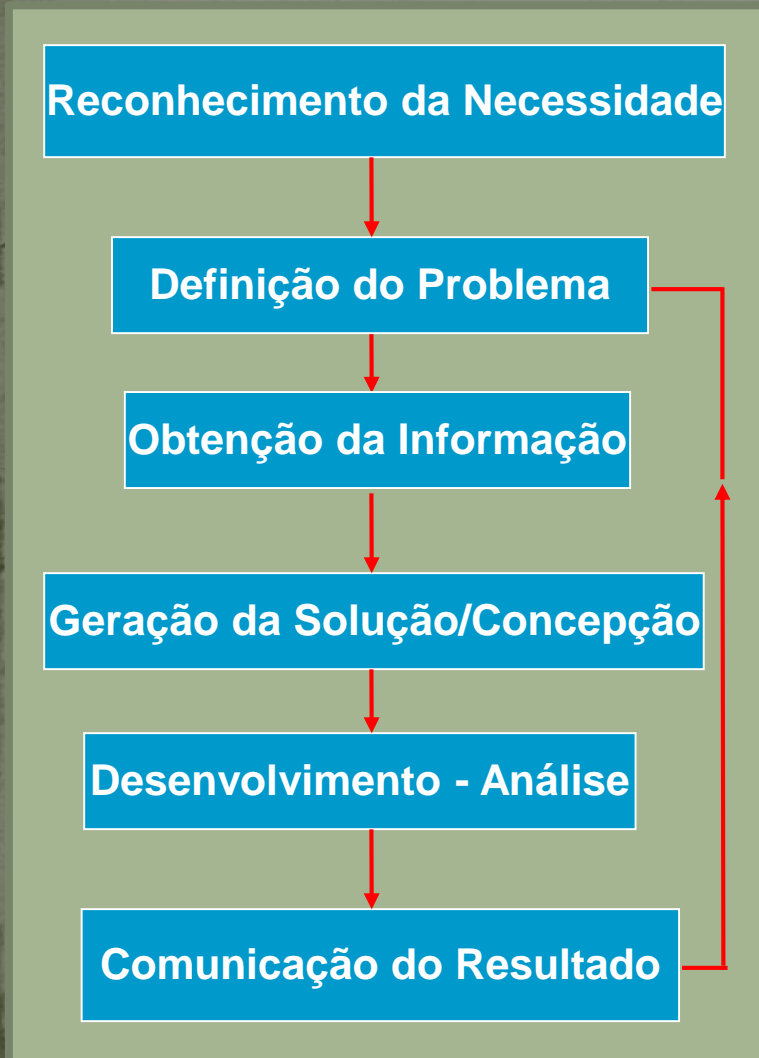
- Embarcações de Alto Desempenho:
 - Hovercraft
 - Monohull
 - Catamaran
 - Embarcações de Planeio
 - Embarcações Hidrofólio
 - WIG – (Wing-in Ground Effect)
 - SWATH's
 - Submersíveis (submarinos)
 - SES (Efeito de Superfície)
 - Embarcações Mistas
 - ROV's & AUV's



Processo de Projeto

Processo de Projeto

Processo Solução do Problema



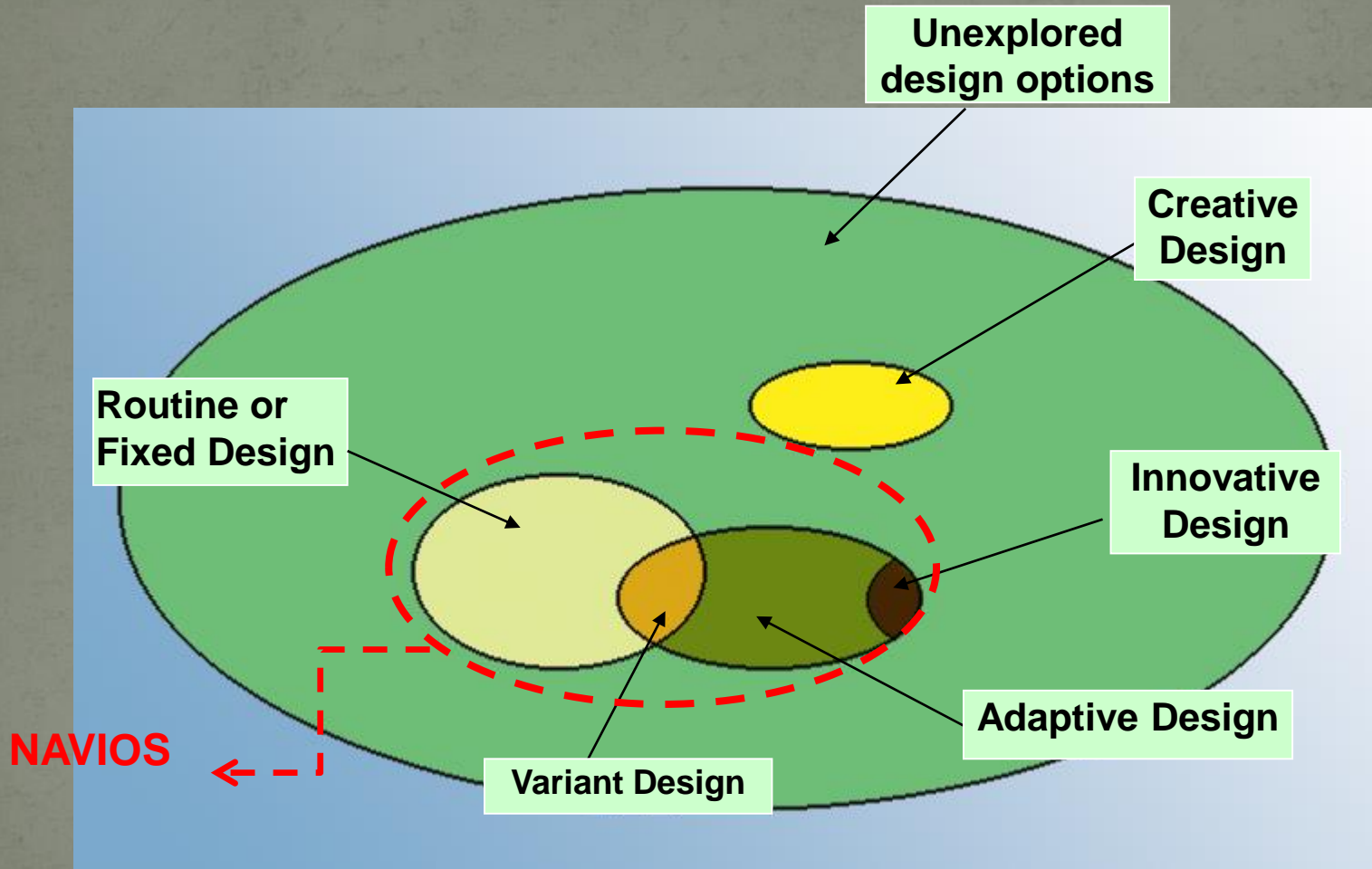
Categorias de Problemas

Analítica Sinergia Seleção

	ANALYTICAL PROBLEMS	SYNECTIC PROBLEMS	SELECTION PROBLEMS
QUESTION	WHY ? WHAT ? WHEN ?	HOW ?	WHICH ?
WHAT IS SEARCHED	CAUSES AND EFFECTS OF A PROBLEM	ALTERNATIVE SOLUTION	THE BEST ALTERNATIVE
CHARACTER OF THE PROBLEM	THERE IS ONLY ONE RIGHT SOLUTION TO THE PROBLEM	THE PROBLEM CAN BE SOLVED IN MANY PRACTICAL WAYS	THERE ARE SEVERAL ALTERNATIVES TO CHOOSE FROM
SOLUTION	CONCLUSION CALCULATION EXAMINATION	IDEAS	TARGET COMPARISON SCORING

- Identificar/solucionar problemas
- Combinação de "skill" e experiência de diversas pessoas
- Criatividade necessária, alternativas. (muitas melhoram qualidade criação).

Classificação de Projetos



Classificação de Projetos

- **Grau de Inovação**

- Soluções de projeto podem ser:

- Soluções padrão ou similares a navios já existentes, ou com mudanças em algum aspecto específico;
- Soluções novas ou inovadoras, diferentes do que já foi feito antes.

- **Projetos típicos/padrão**

- Existência de muitos dados de navios similares, que podem ser usados nos estágios iniciais para estimativas rápidas e relativamente precisas das características principais e custo de alternativas conceituais.
 - Emprego de modelos computacionais de síntese, ou abordagem do navio semelhante, simplificando as estimativas iniciais e permitindo a rápida **avaliação do efeito de um grande número de parâmetros principais** de projeto no desempenho e custo.

- **Projetos Novos/Inovadores**

- Emprego de **princípios fundamentais** para desenvolver um pequeno conjunto de soluções conceituais cobrindo faixas de variação dos parâmetros principais de projeto.
- Processo mais trabalhoso e demorado nos estágios iniciais; maior incerteza/risco

Metodologia de Projeto

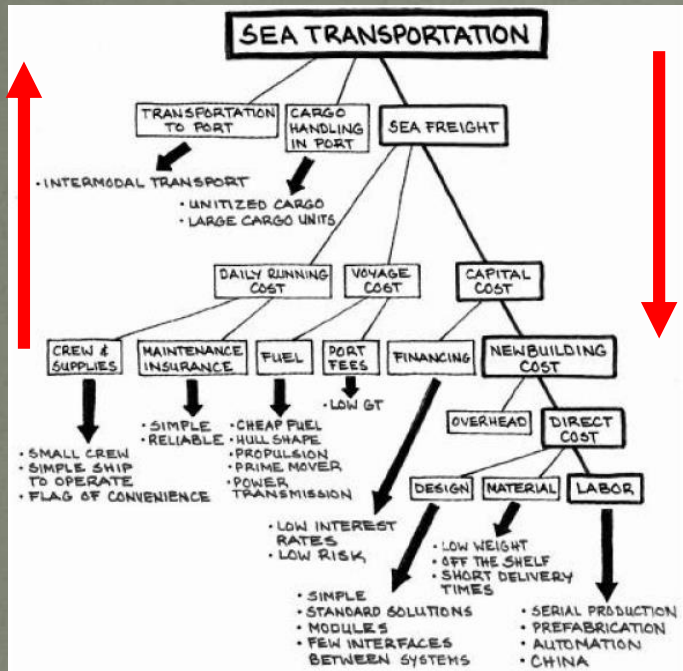
Espiral de projeto
Engenharia Simultânea

Projeto do Navio - Objetivo

- Gerar as informações necessárias para construir o navio.
- Atender/satisfazer os requisitos do armador, com o menor custo possível. Os custos do ciclo de vida incluem os de projeto, construção, operação e suporte (O&S) (+ pesquisa e descarte).
 - opções de solução podem implicar em custos maiores de aquisição mas menores na O&S, e vice-versa.
- Satisfazer requisitos regulatórios (ex. Classificadoras, IMO, etc.)
- Considerar aspectos de (atributos do ciclo de vida):
 - desempenho
 - segurança (risco)
 - confiabilidade
 - custos de operação/manutenção/suporte
 - etc.

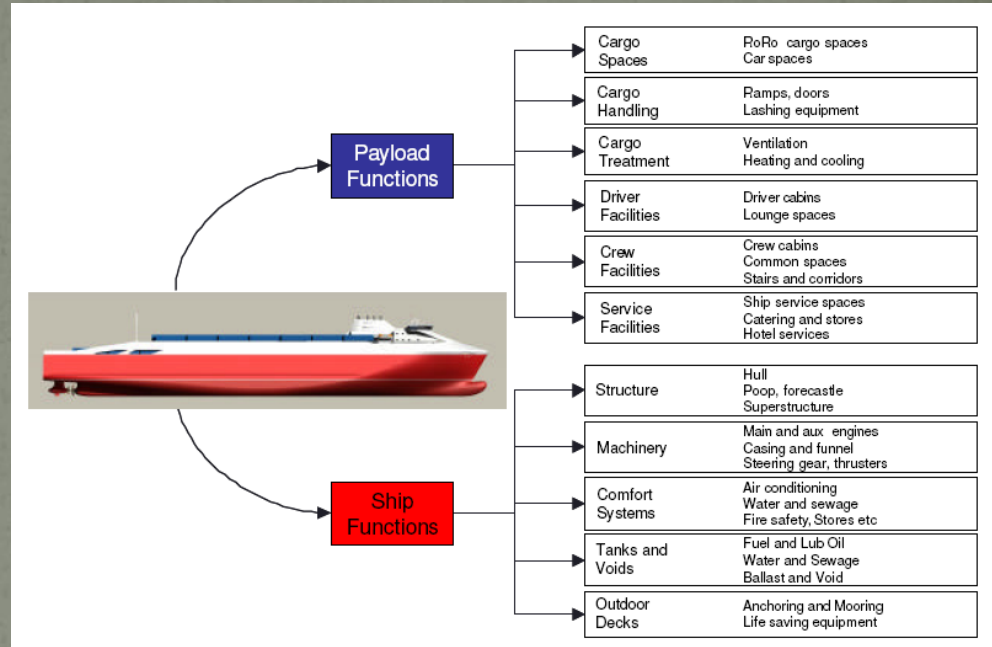
Processo de Solução

Hierarquia do Problema



Por que fator é importante

Como aprimorar solução



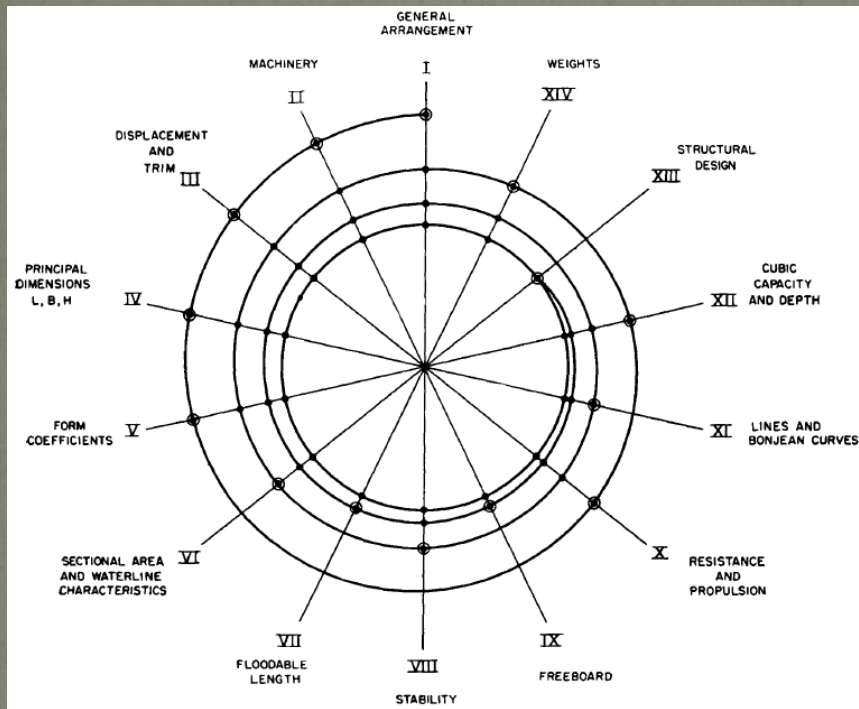
Funções do Navio

- Elaboração estratégia de projeto
 - Dado uma necessidade – Identificar todos os problemas possíveis encontrados para satisfazer a necessidade.
 - Agrupar em itens que tem afinidades ou relacionados ao problema comum.
 - Colocar sequência observando a influência de cada um dos itens

Normas & Restrições

- **Normas e Padrões de Projeto**
 - Segundo nível na hierarquia dos requisitos de projeto e em geral envolvem aspectos do projeto, construção, inspeção e teste do navio.
 - Regras de Organismos Internacionais (IMO) relativas à segurança, poluição, saúde, navegação, etc.
 - Regras de Sociedades Classificadoras
 - Normas e Regras de países costeiros, portos, canais e aquelas adotadas pelos próprios armadores.
 - Têm influência decisiva no projeto e devem ser conhecidas e listadas desde o início do projeto.
- **Restrições de Projeto**
 - Representam limitações e fronteiras para as soluções de projeto.
 - Tempo e custo são tipicamente restrições aplicáveis tanto ao processo de projeto como ao produto (o navio, no caso).
 - Restrições Físicas:
 - Limitações associadas com tamanho e características geométricas de diques, portos, piers, canais.

Espiral de Projeto - Projeto Naval



Espiral de projeto:
Sequencial - iterativo

Prof. Evans – MIT - 1959

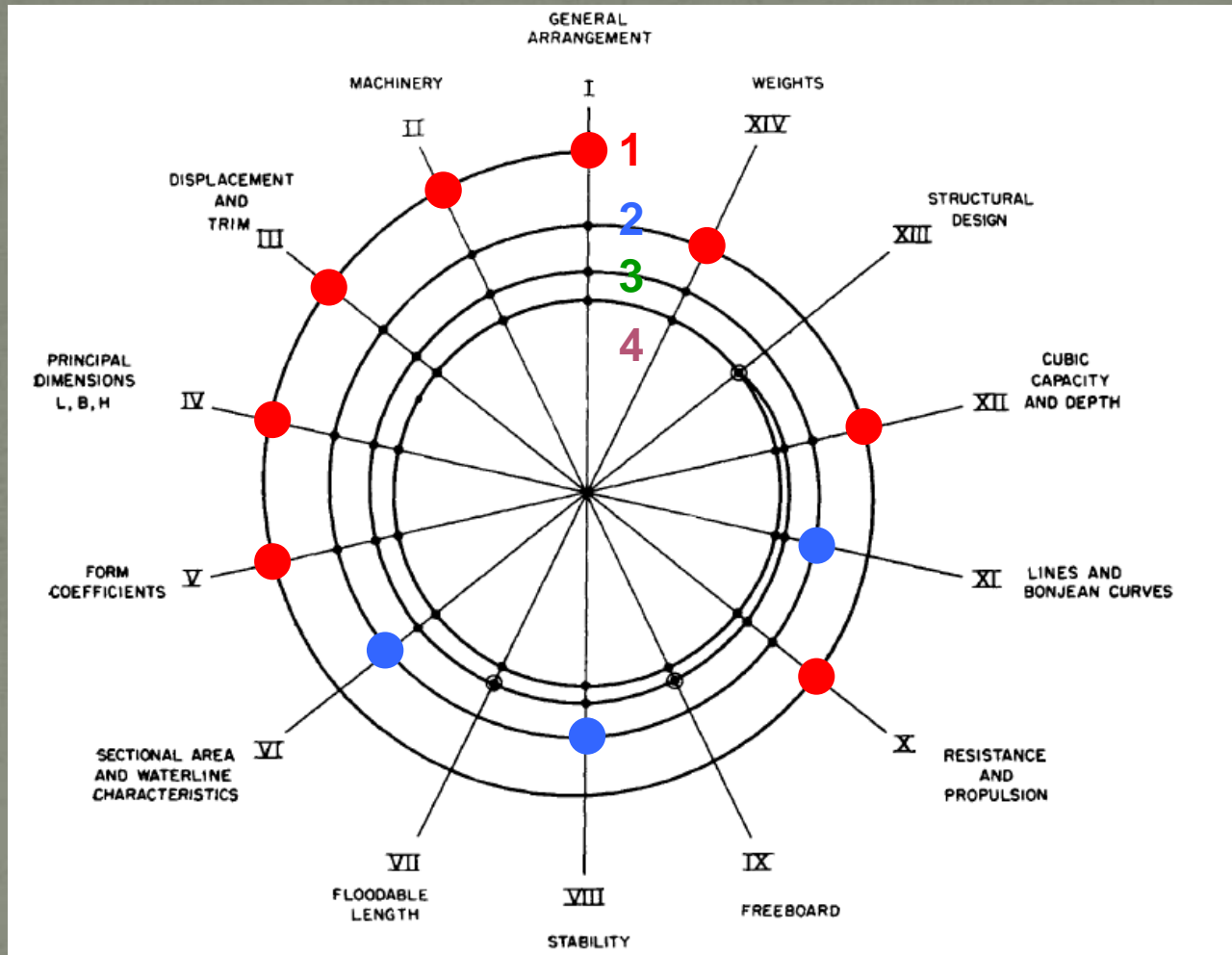
Estrutura tarefas:
Projetar-Avaliar-Reprojetar

Facilmente “prende”
projetista pressuposto inicial:
Corrigir em vez de gerar
alternativas

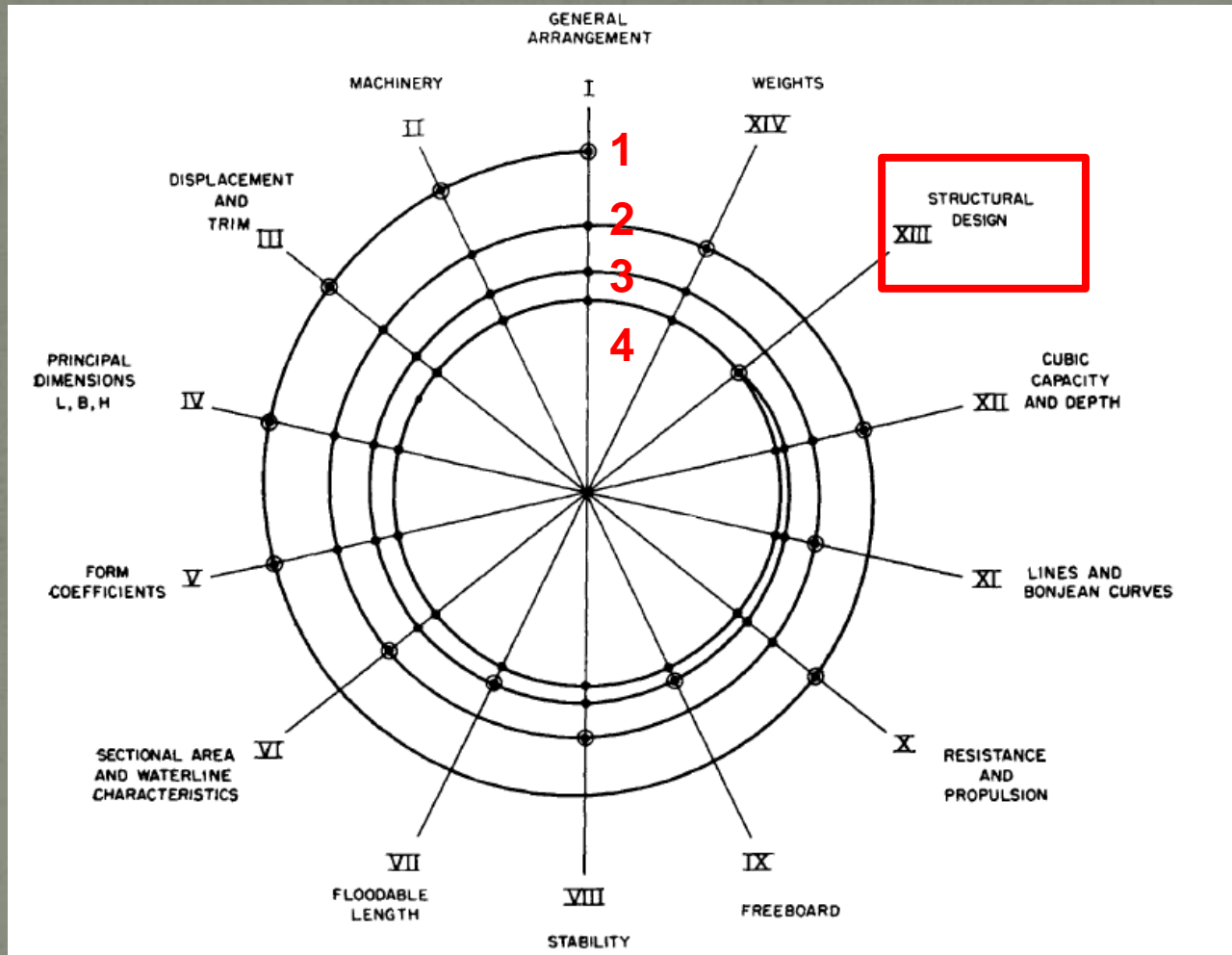
Início projeto: Especificação da missão, definir funções necessárias para cumprir missão e basear diferentes soluções descrição deste sistema

Dois tipos de “inputs” (requisitos): Obrigatórios e desejados
Facilita achar alternativas (tecnicamente viáveis e economicamente preferidas)

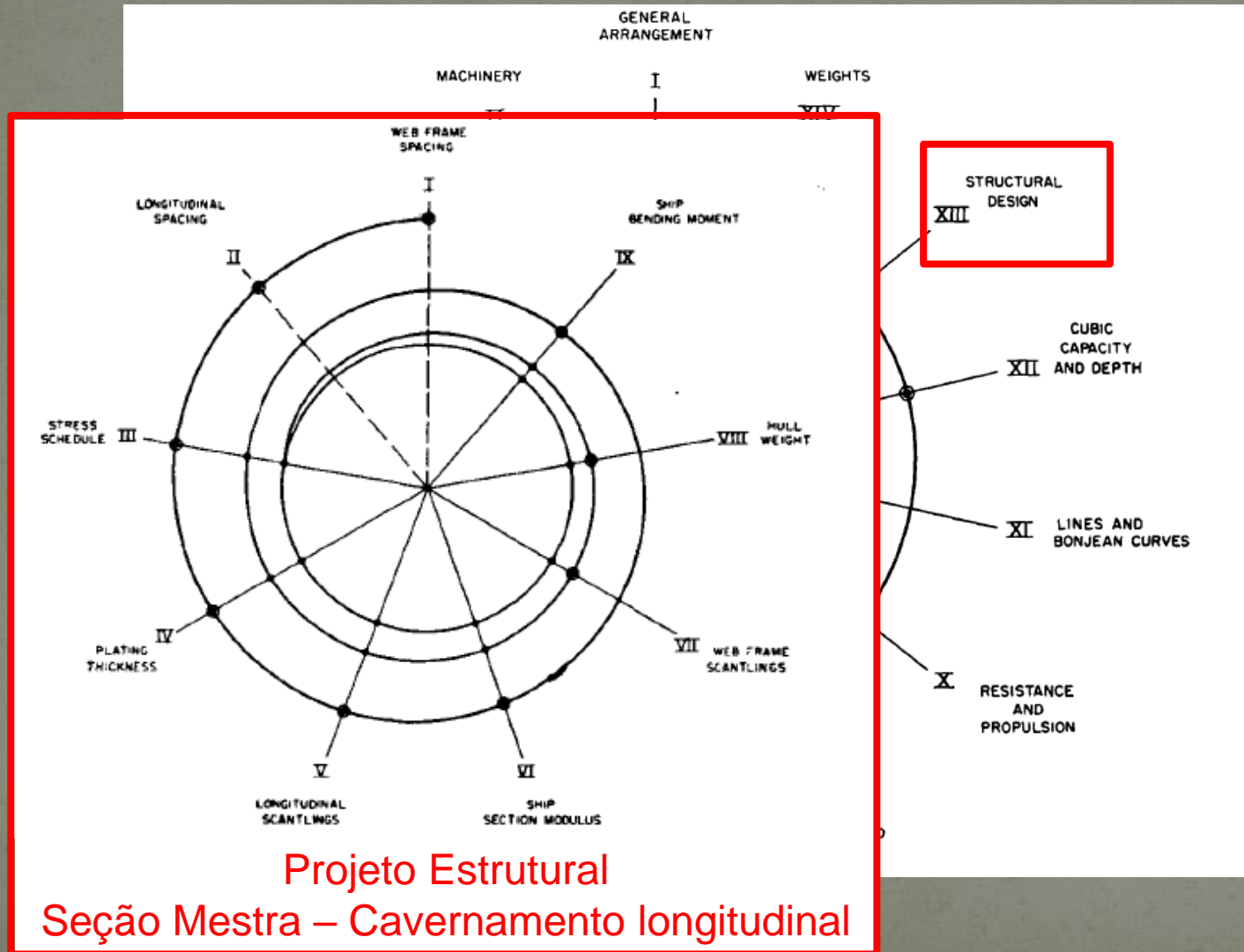
Espiral de Projeto - Projeto Naval



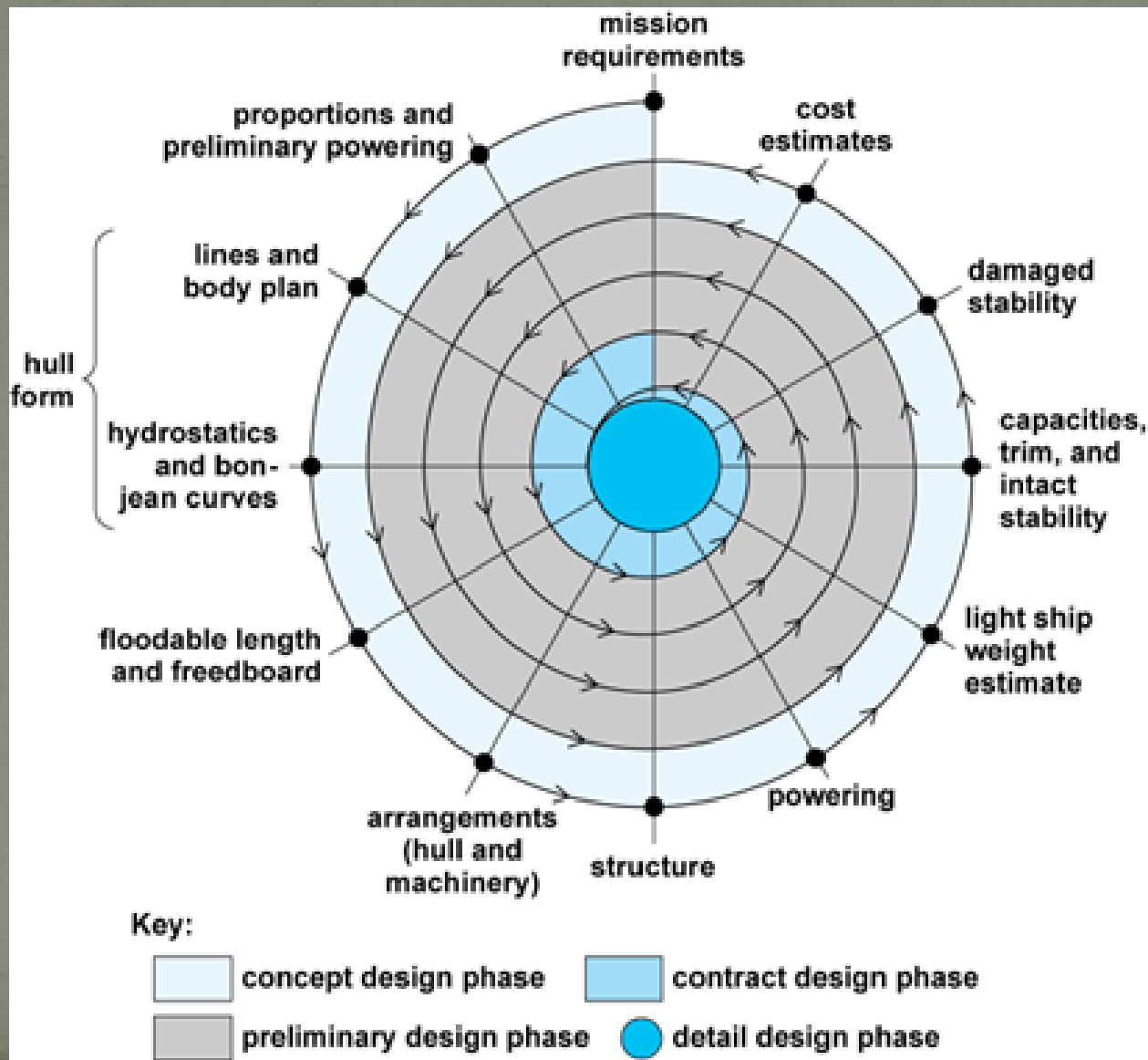
Espiral de Projeto - Projeto Naval



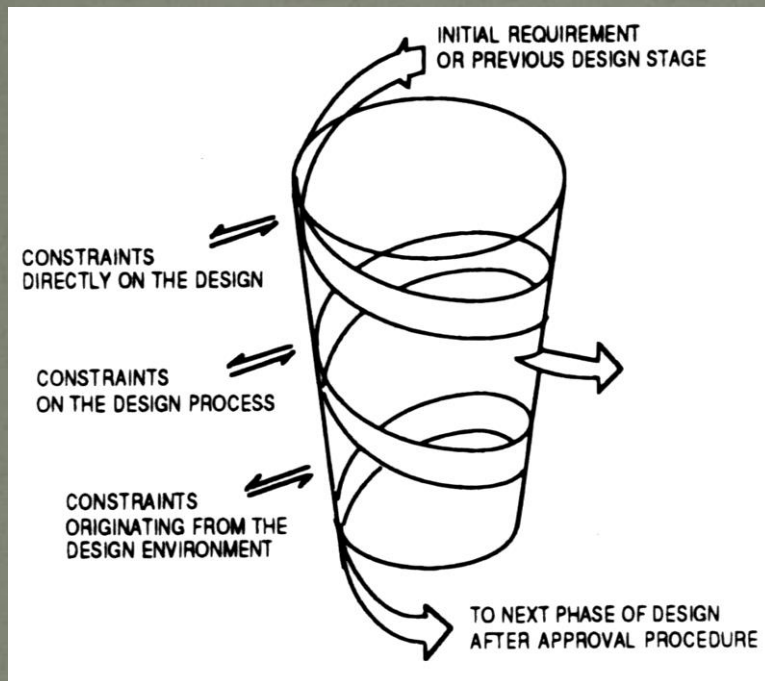
Espiral de Projeto - Projeto Naval



Espiral de Projeto - Projeto Naval



Espiral de Projeto - Projeto Naval



Requisitos do armador: contornos/
fronteiras do projeto

Restrições no processo/produção

Tempo e custo;

Outras restrições: falta de pessoal
/software / capacidade de rede

Restrições físicas: Construir navio
determinado estaleiro, necessidade
manter navio durante vida serviço,
portos utilizados, canais, pontes,

Ambiente: Efeito significativo no processo

Tendências econômicas

Política governamental (atual/futura)

Regulamentação internacional (poluição)

Situação principais fornecedores (quantos / o que)

Quem controla a equipe (estaleiro, armador, consultoria)

Armador em perspectiva (modo de operação, preferências, ...)

Projeto do Navio - Natureza

- **Processo iterativo – Em especial nas FASES INICIAIS.**
 - **Complexidade**, razão fundamental para esta natureza iterativa. Soluções são concebidas, analisadas e modificadas, num processo recursivo até que todos os requisitos sejam atendidos.
 - Estimativas iniciais de dimensões, deslocamento, etc. são modificadas a medida que melhores informações se tornam disponíveis.
- **Processo de Projeto**
 - Bastante imprevisível nas estágios iniciais.
 - Após definição solução conceitual de referência (detalhamento suficiente), tarefas de projeto (análise) envolvendo as principais funcionalidades (estruturas, propulsão, elétrica, arranjo, pesos e centros, etc.) progridem, em geral, em paralelo.
 - Planejamento projeto, definidas revisões periódicas da configuração de referência, que em geral ajustam a forma do casco e o arranjo geral que devem ser considerados por todas as disciplinas até a revisão seguinte.

Projeto do Navio

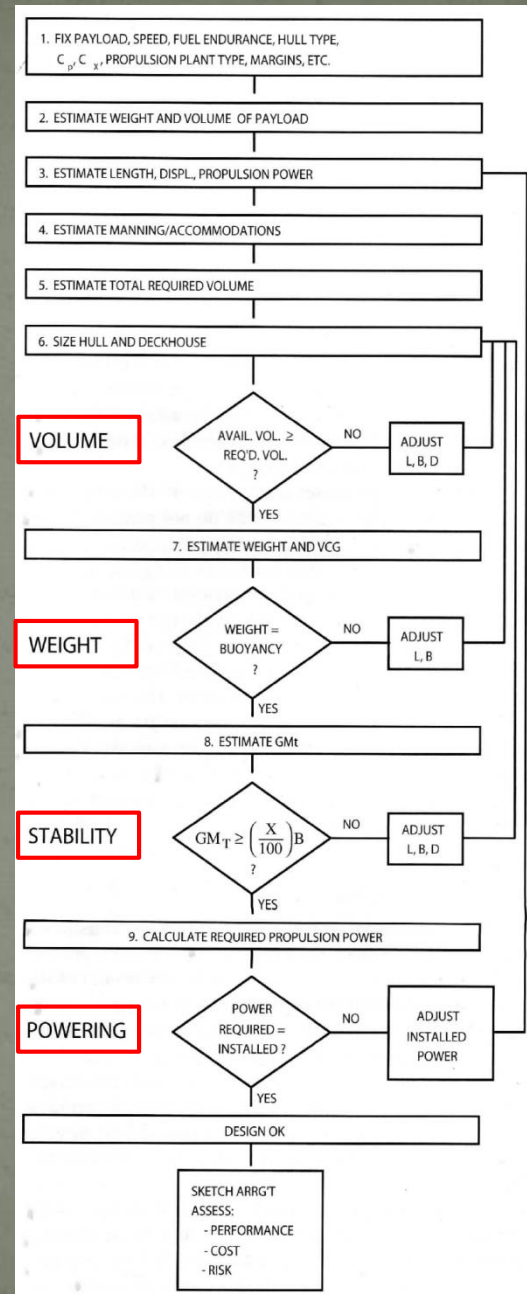
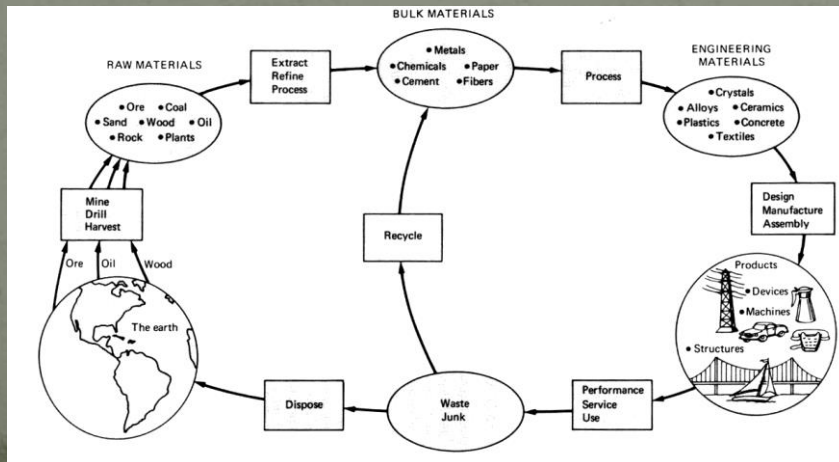
Participantes do projeto

- O projeto de um Navio é uma atividade de equipe multidisciplinar, cujo tamanho cresce com o detalhamento do projeto.
- Participantes típicos:
 - Engenheiro/arquiteto naval; engenheiro de máquinas, projetistas/desenhistas (CAD); engenheiro de estruturas, engenheiro mecânico; engenheiro elétrico; especialistas em hidrodinâmica, propulsores, confiabilidade, elementos finitos, etc.
 - Engenheiros de produção e construção naval.
 - Engenheiro/especialista em custos.
 - Especialistas em equipamentos/representantes do fornecedores.
 - Representantes da Sociedade Classificadora.
 - Representante do Armador.

Projeto Paramétrico

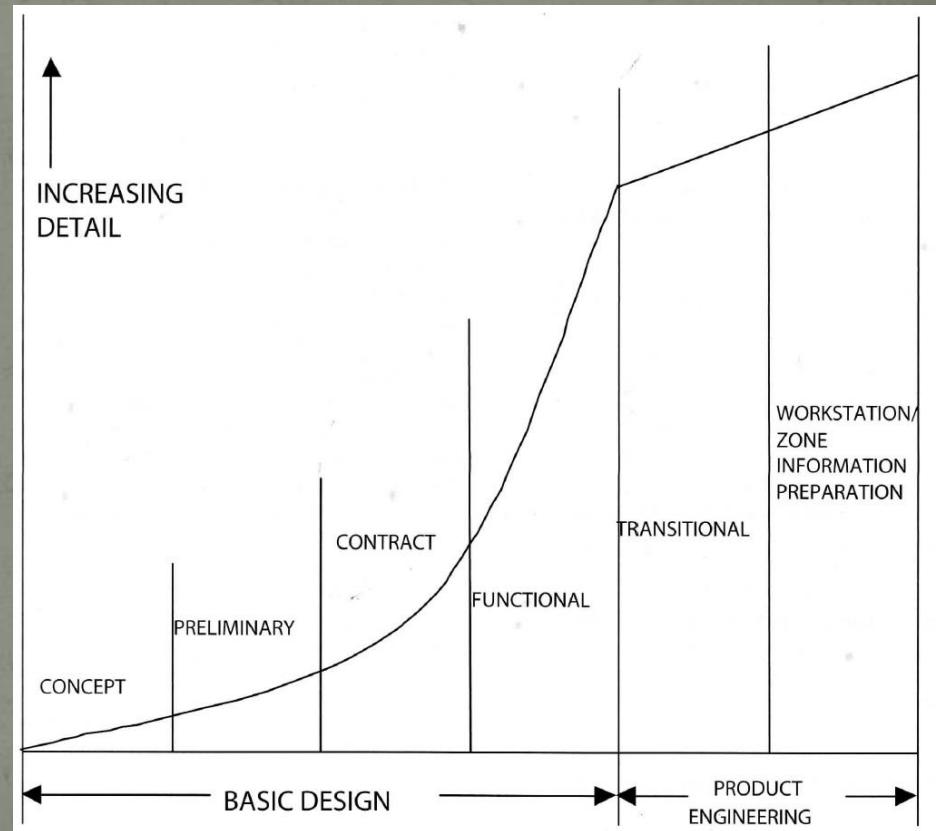
- Fase inicial – Projeto de Viabilidade ou Conceitual.
- Difere espiral por não focar, num primeiro momento, em todos os aspectos.
- Projeto em termos apenas das dimensões principais:
 - L, B, D, C_B , LCB, etc.
- Detalhamento feito após a obtenção das dimensões principais, otimizada por funções de mérito.

Projeto - Ciclo de Vida

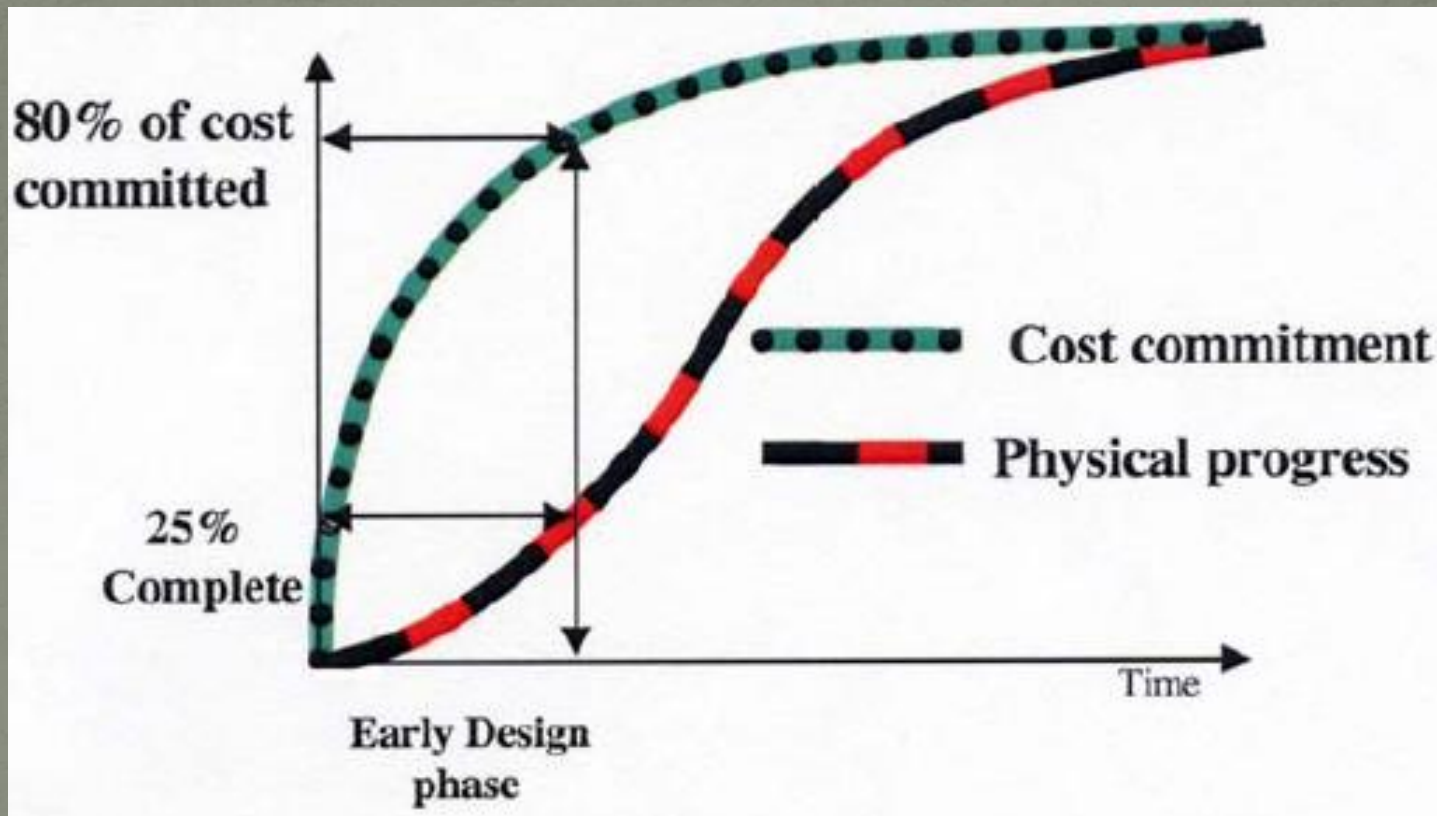


Espiral de Projeto - Fases

- **Projeto Básico**
 - Projeto Conceitual
 - Projeto Preliminar
 - Projeto de Contrato
 - Projeto Funcional (detalhado)
- **Projeto Detalhado (Engenharia do Produto)**
 - Projeto de Transição
 - Informações de Produção/Construção.



Custo vs. Progresso



Projeto Conceitual

TABLE 5.I Feasibility Study Products (U.S. Naval and Government Ships)

Feasibility Study Report, documenting the following:

Essential performance requirements
Principal hull dimensions and hull form coefficients (C_p , C_x)
Area/volume summary
Configuration sketches: inboard profile and main deck plan
Payload definition, for example, space, weight, critical dimensions, adjacencies, required support services
Description of mission-critical systems and features
Weight/KG estimate, 1-digit level
Propulsion plant type, installed power, and number of propulsors
Installed electric generating capacity
List of major equipment
Manning estimate
Speed/power estimate
Endurance fuel estimate
Intact stability check
Estimates of critical performance aspects, as required, e.g., radiated noise or seakeeping
Cost estimate
Technical risk assessment and risk management plan

TABLE 5.II Concept Design Products (U.S. Naval and Government Ships)

Concept Design Report, documenting the following:

Performance specification (initial draft)
Body plan and appendage sketch
Area/volume summary
Concept general arrangement drawings (space *blocks* allocated by function)
Topside arrangement sketch
Payload definition
Description of mission-critical systems and features
Weight estimate
Concept midship section
Propulsion plant description
Machinery arrangement sketch
Electric load analysis and generated selection
Simplified one line diagrams
Master Equipment List (MEL)
Speed-power curve
Manning estimate
Endurance fuel analysis
Estimates of critical performance aspects, as required
Cost estimate
Technical risk assessment and risk management plan

Projeto Preliminar

TABLE 5.III Preliminary Design Products (U.S. Naval and Government Ships)

Preliminary Design Report, documenting the following:

Performance specification

Lines drawing and appendage sketch

Area/volume report (req'd vs. actual)

General arrangement drawings (to individual compartment level)

Topside arrangement drawing

Line of sight analysis

Payload definition

Descriptions of principal ship systems and features

Weight report (3-digit level, KG and LCG)

Structural midship section

Preliminary scantling drawings

Propulsion system analysis

Machinery arrangement drawings

Shafting arrangement

Preliminary propulsor design

Electric load analysis

HVAC load analysis

One line diagrams

Typical space arrangements

Deck systems arrangements

Ship control and communications systems analysis

Preliminary Master Equipment List (MEL)

Preliminary ship manning analysis

Stability analysis, intact and damaged

Speed-power curves

Endurance fuel analysis

Seakeeping and maneuvering analyses

Model test plan

Other performance estimates, as required, for example, radiated noise

Preliminary availability analysis (Ao)

Maintenance concept

Supportability concept

T&E plan (draft)

Preliminary safety analysis

Build strategy (draft)

Shipyard production specification (Shipbuilding Policy)

Cost estimate

Technical risk assessment and risk management plan

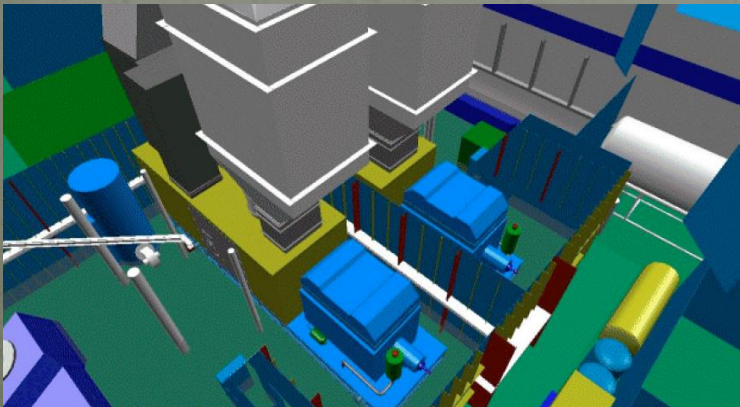
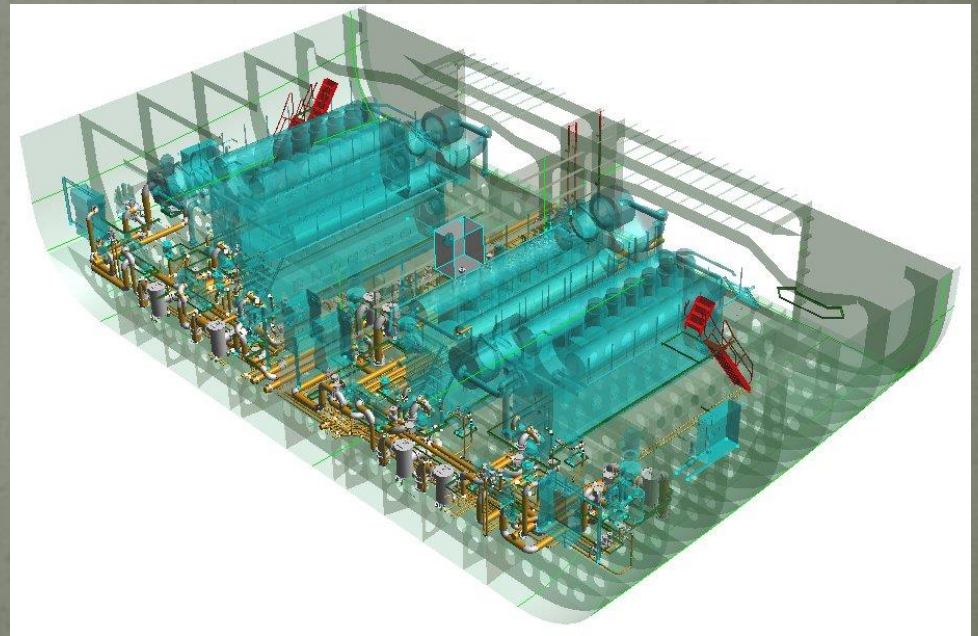
Projeto Contrato

TABLE 5.IV Contract Design Products (U.S. Naval and Government Ships)

Ship specification	HVAC load analysis and design criteria	water, self-propulsion, maneuvering, seakeeping, etc. and performance assessment reports
Lines drawing	Ventilation and air conditioning systems diagrams	Stack gas flow analysis
Appendage drawing	Piping systems analysis	Evaluations of other aspects of required performance
General arrangements (outboard profile, inboard profile, all decks and holds)	Diagrammatic arrangements of all piping systems	Availability analysis (Ao)
Topside arrangement	Fire control diagram by decks and profile	Maintenance Plan
Capacity plan	Mechanical systems arrangements, for example, deck, hull and ship control systems	Supportability Plan
Weight report (3-digit level, KG and LCG, 20-station weight distribution, gyradii)	Living space arrangements (berthing, messing, sanitary, recreation, etc.)	Crew Training Plan
Structural design criteria manual	Commissary space arrangements	T&E Plan
Midship Section	Pilot House, Chart Room, and other working space arrangements	Safety analysis
Steel scantling drawings (decks, bulkheads, shell expansion, typical sections, deckhouse)	Interior communications system diagram	Procurement specifications for long-lead-time and other important outfit components, for example, main propulsion engines, diesel generators, reduction gears, anchor windlass
Machinery control system diagrams	Master Equipment List (MEL)	Models and Mockups
Propulsion and auxiliary machinery arrangement drawings (plan views, elevations, and sections)	Preliminary ship manning document	Cost estimate
Propulsion shafting arrangement	Pollution control systems report	Technical risk assessment and risk management plan
Propeller design	Loading conditions	Initial regulatory body review
Electric load analysis	Floodable length curves	Building plan
Electric power and lighting systems - One line diagrams	Trim and stability booklet	Budget control list (estimated weight of all required material by material family or cost code)
Fault current analysis	Damage stability analysis	Production plan
Navigation system diagram	Endurance fuel analysis	
	Hydrodynamic model test results, for example, resistance, propeller open	

Projeto de Funcionalidade vs. Projeto de Construção/ Produção

- Usualmente, metodologias de projeto de navios (passado) retratavam apenas funcionalidades.
- Gerar plantas de construção (projeto detalhado) → Problemas
 - Desenvolvimento de Sistemas Computacionais

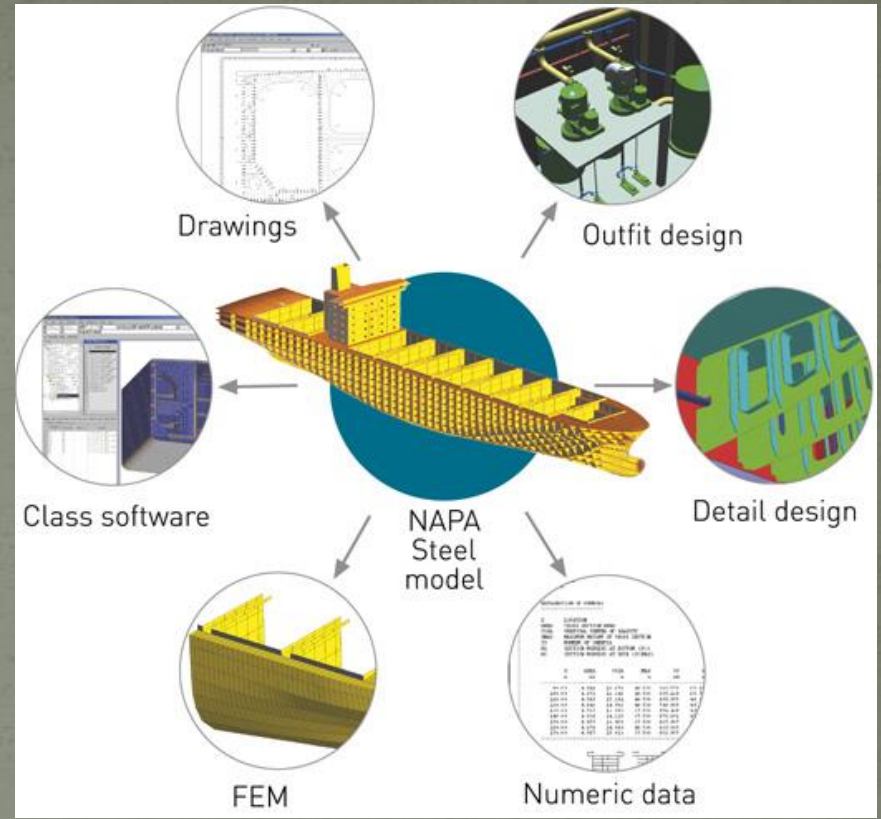
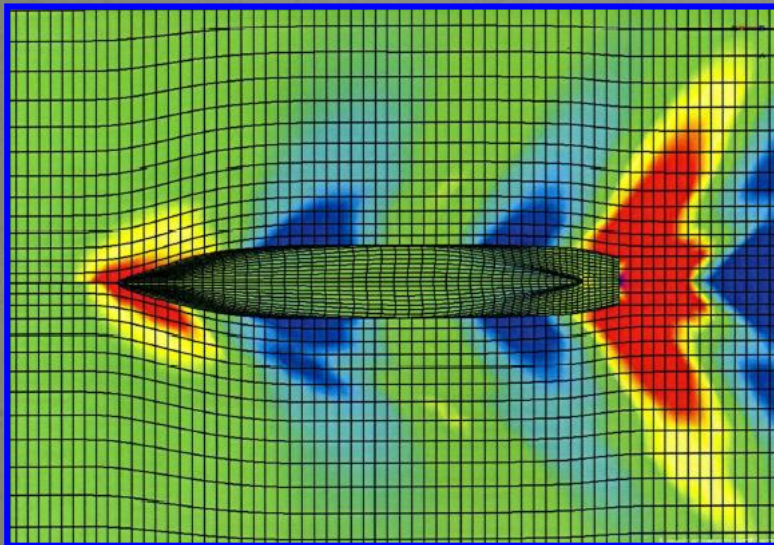


Ferramentas

Banco de dados: projetos anteriores / experiência operacional

Software modelagem geométrica / análise desempenho

(Rhino Marine / NavCad)

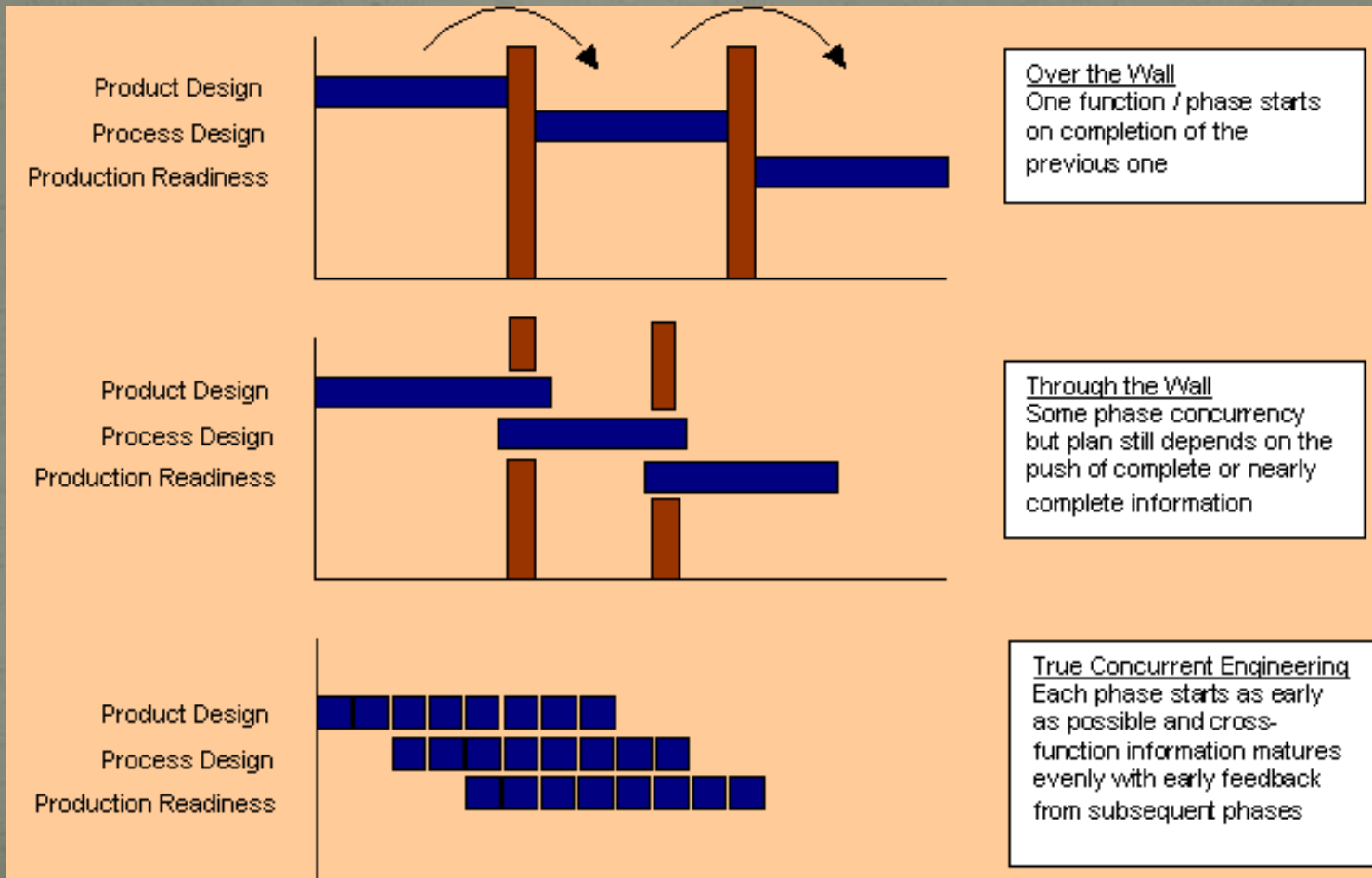


Sistemas integrados

- Acelerar processo projeto
 - Eliminar tempo / esforço;
- Frequentemente não reduz tempo, mas permite projetista explorar outras alternativas.

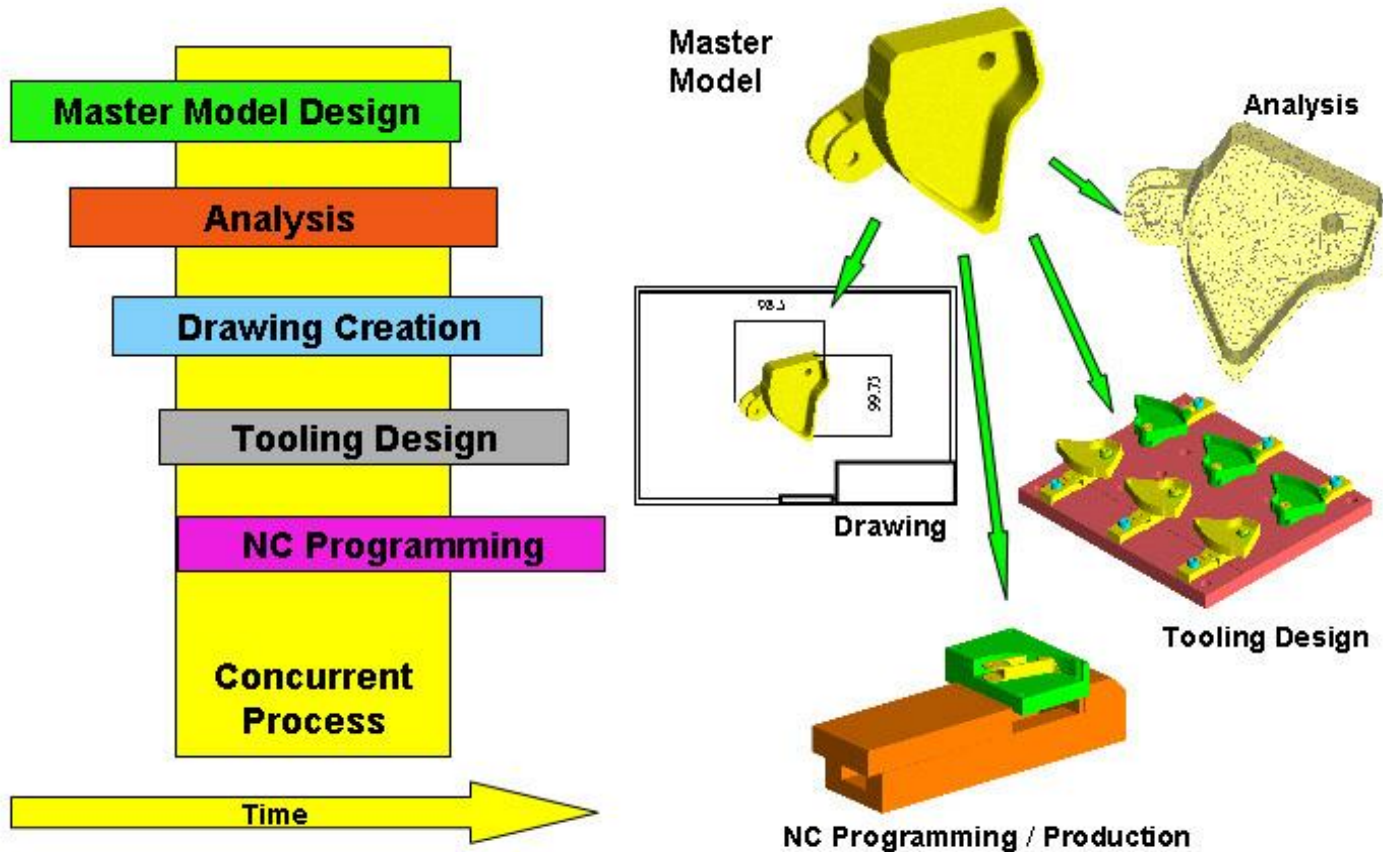
Engenharia Simultânea

Desenvolvimento de produto considerando todas fases de vida; o projeto, planejamento, fabricação, manutenção, operação e retirada do produto.



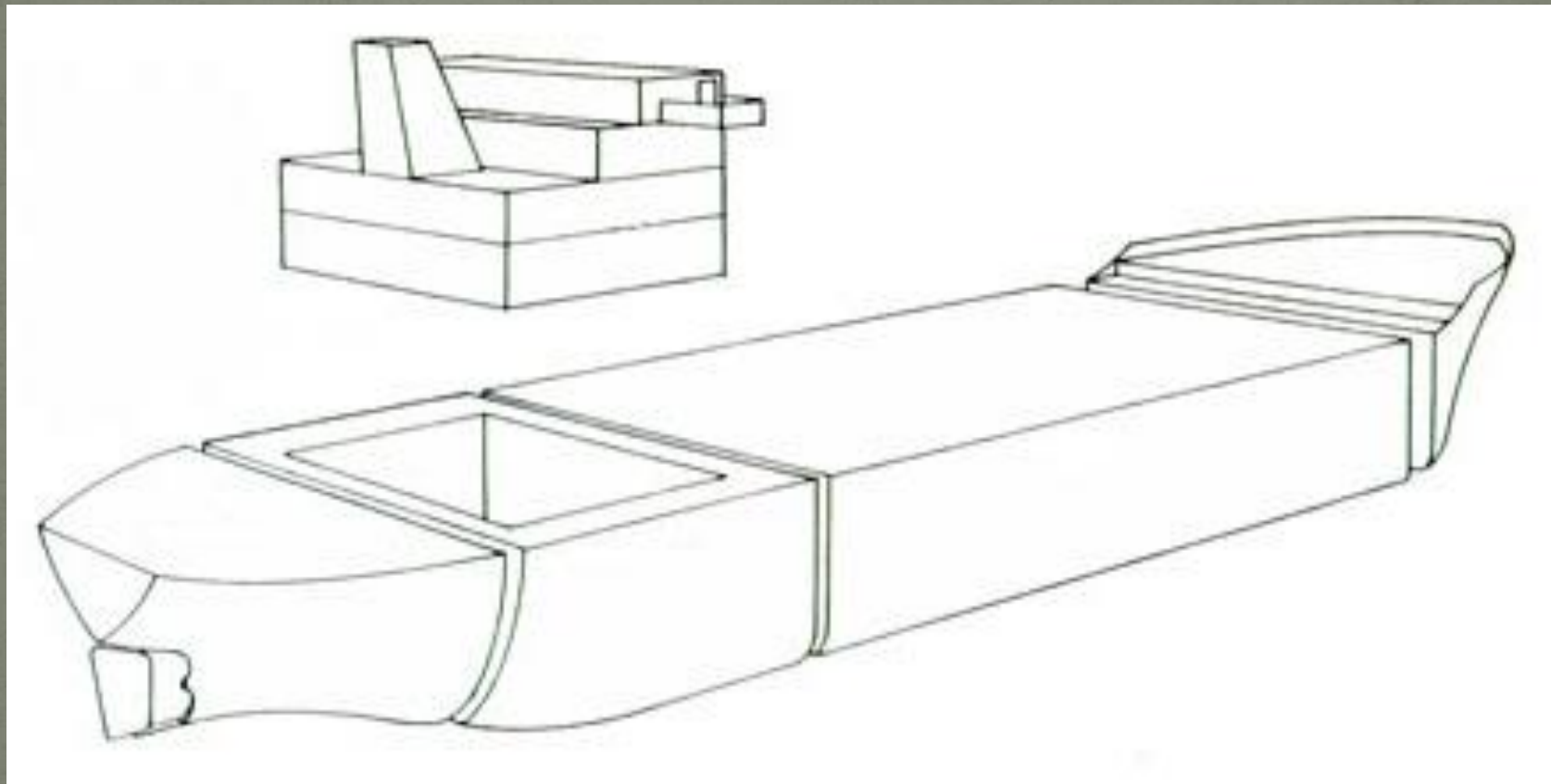
Engenharia Simultânea

Concurrent Engineering Approach



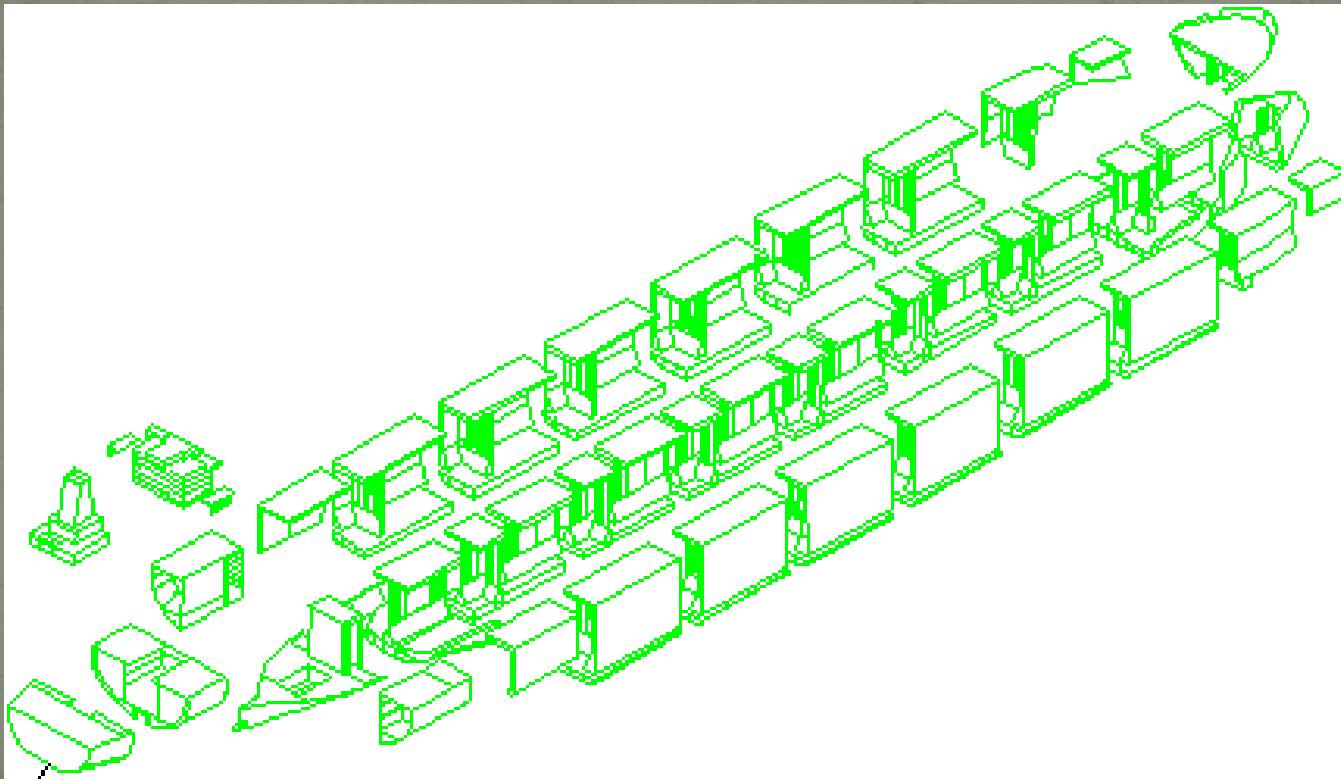
Construção

- Estrutura dividida em 5 zonas principais: carga; praça de máquinas; proa; popa; acomodações



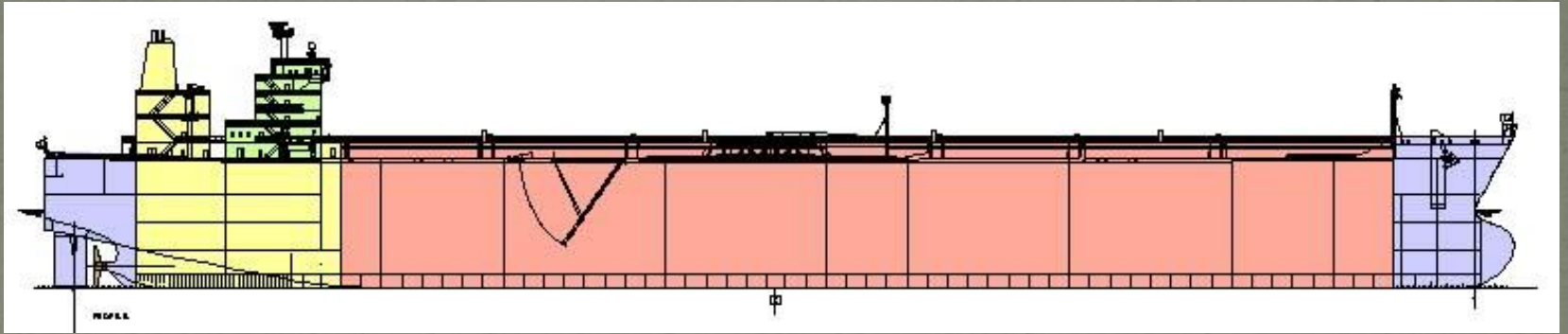
Construção

- Estrutura dividida em 5 zonas principais: carga; praça de máquinas; proa; popa; acomodações
- Cada zona é subdividida em blocos com características adequadas para fabricação nas oficinas do estaleiro



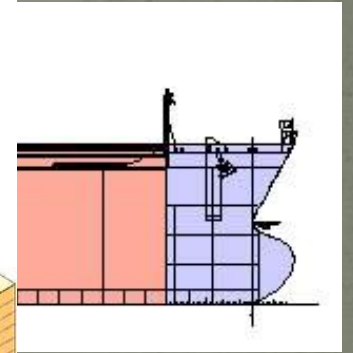
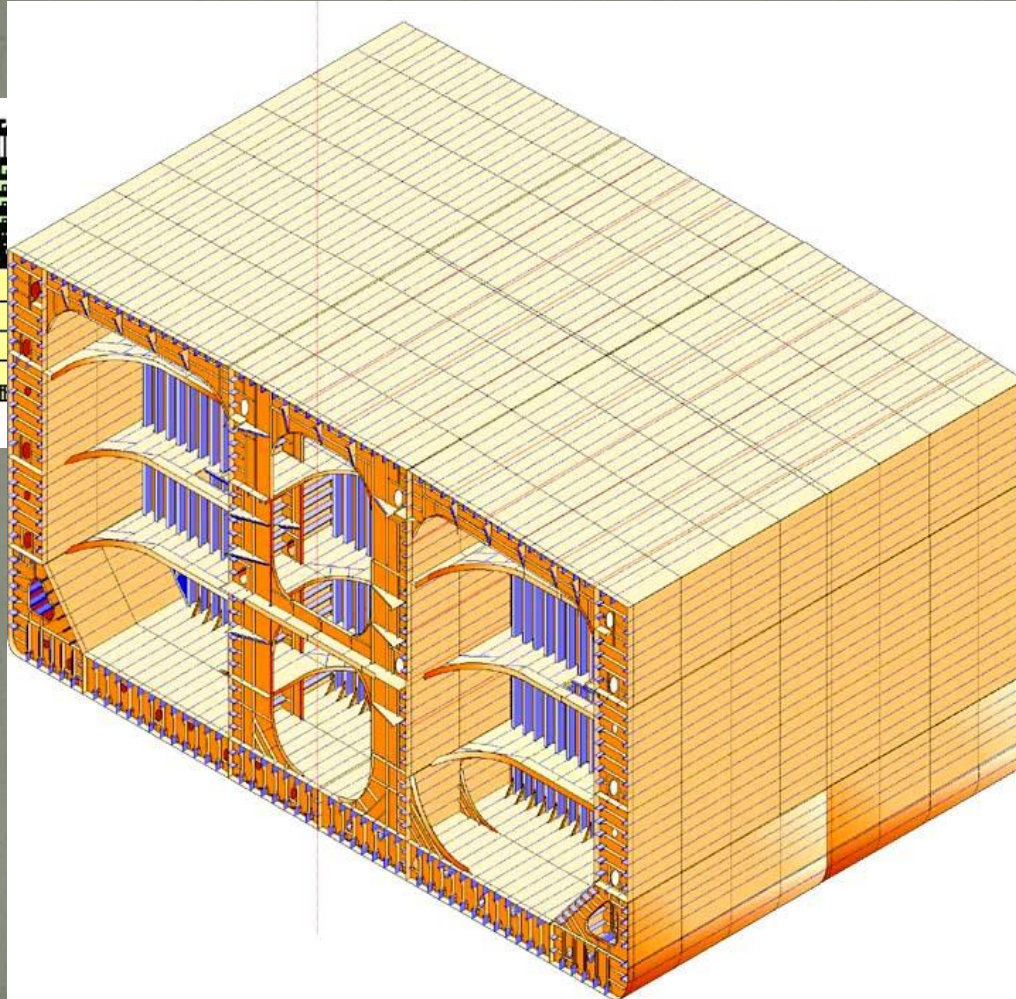
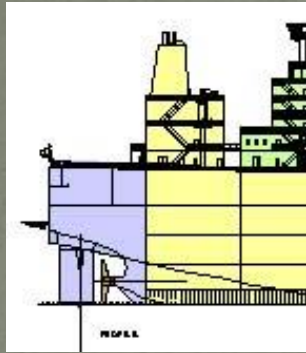
Construção

Exemplo → Região de carga

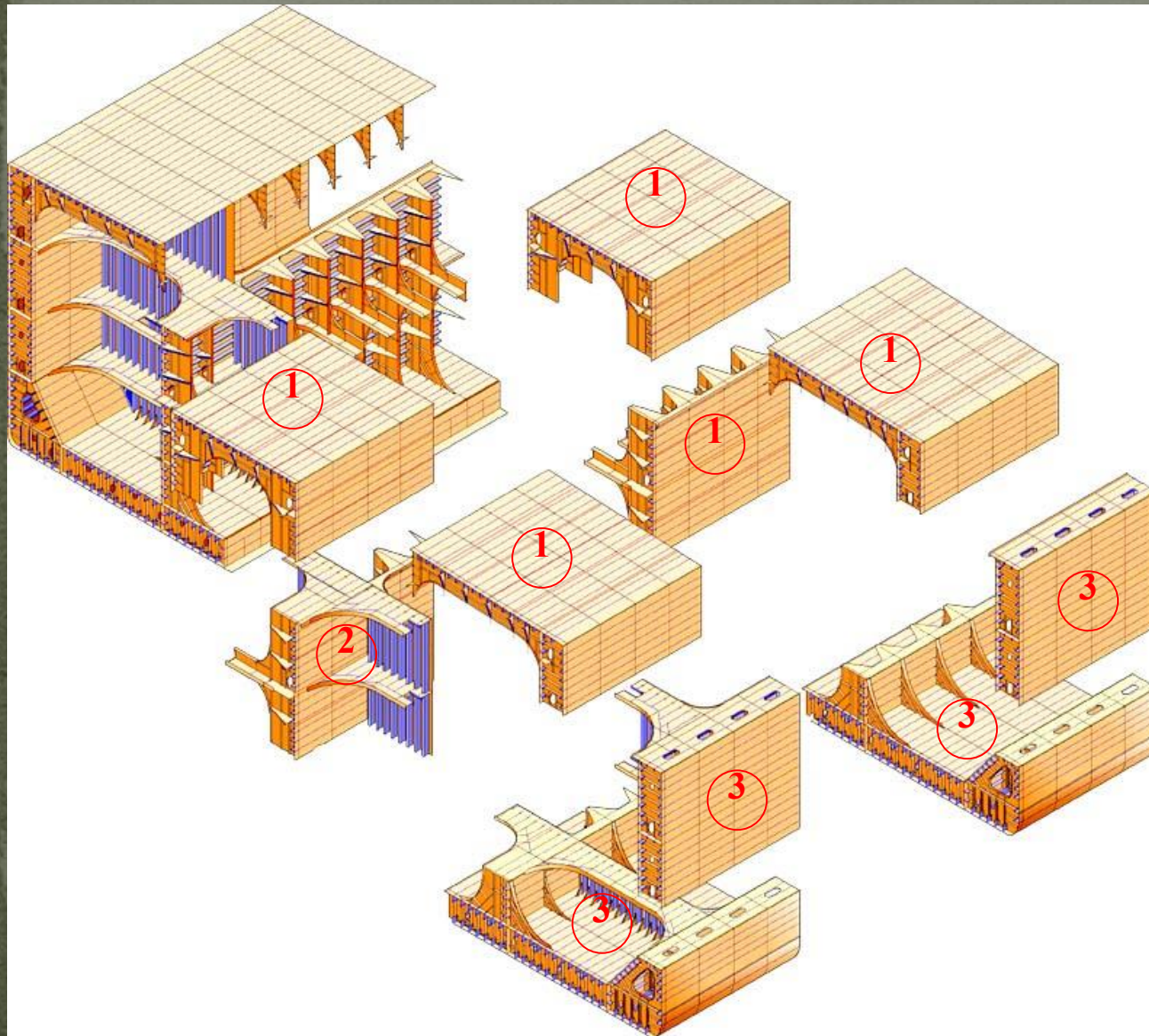


Construção

Exemplo → Região de carga



Construção



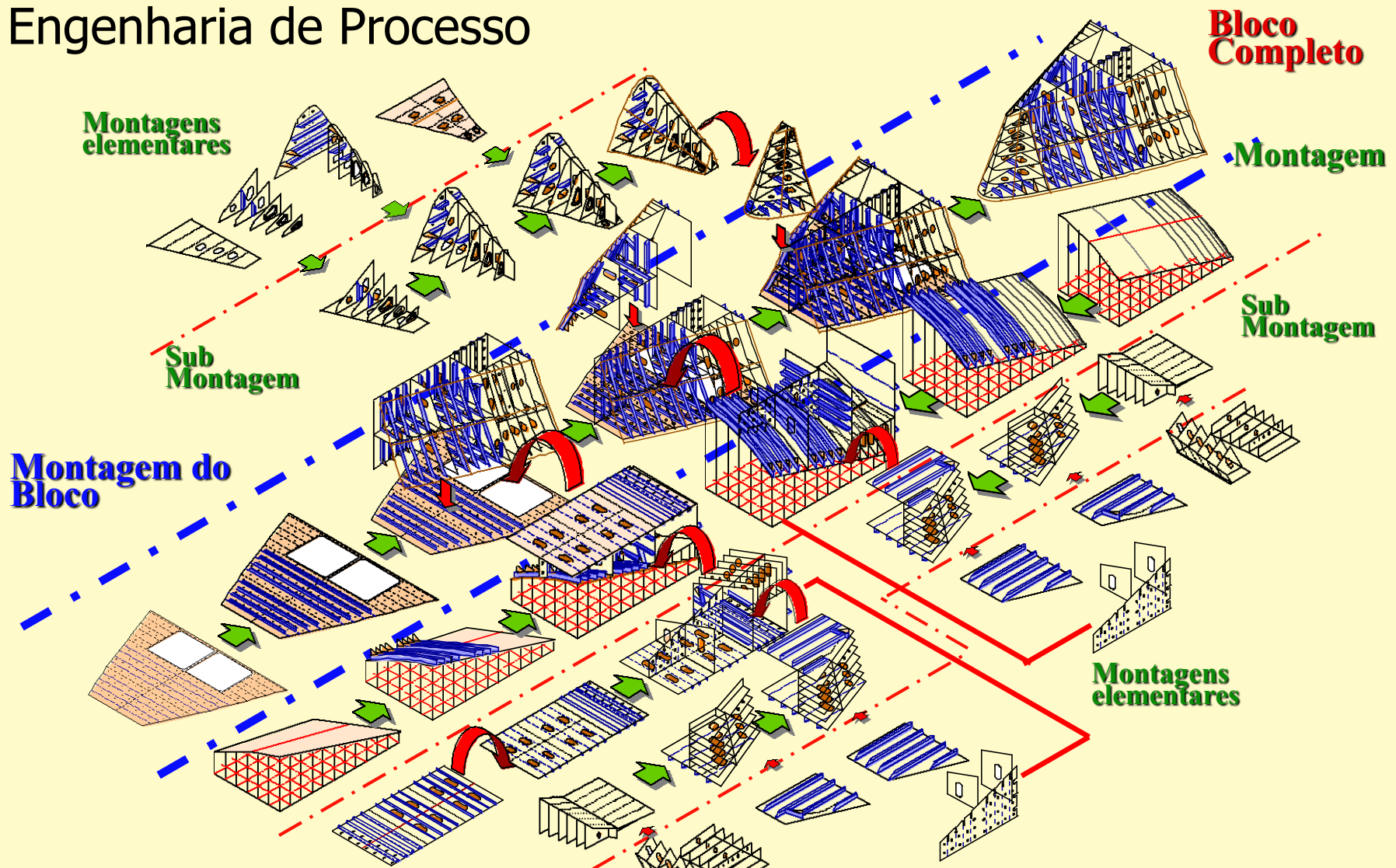
Identificar tipos de Blocos

Blocos que passam pelo mesmo processo de produção e possuem procedimentos similares de montagem

1. Blocos de painéis planos
2. Blocos 3D de painéis planos
3. Blocos com duplo chapeamento

Construção

Engenharia de Processo



Exemplo: Sequência de Fabricação de Bloco de proa





Espiral de Projeto – Projeto SWATH

Transporte de passageiros e carga para
plataformas de petróleo



Navio SWATH de Passageiro – Trabalho dos alunos 19??

Fabio Rogério Ribeiro e Francisco C. V. Garcia

Requisitos

- Transporte de pessoas e carga;
- Conforto (isolamento termo-acústico, ar-condicionado, etc);
- Distâncias grandes;
- Tempo de viagem reduzido;
- Operações especiais: manobras precisas de aproximação;
- Comportamento no mar - conforto

Conceito - Grupos

a) Requisitos do armador:

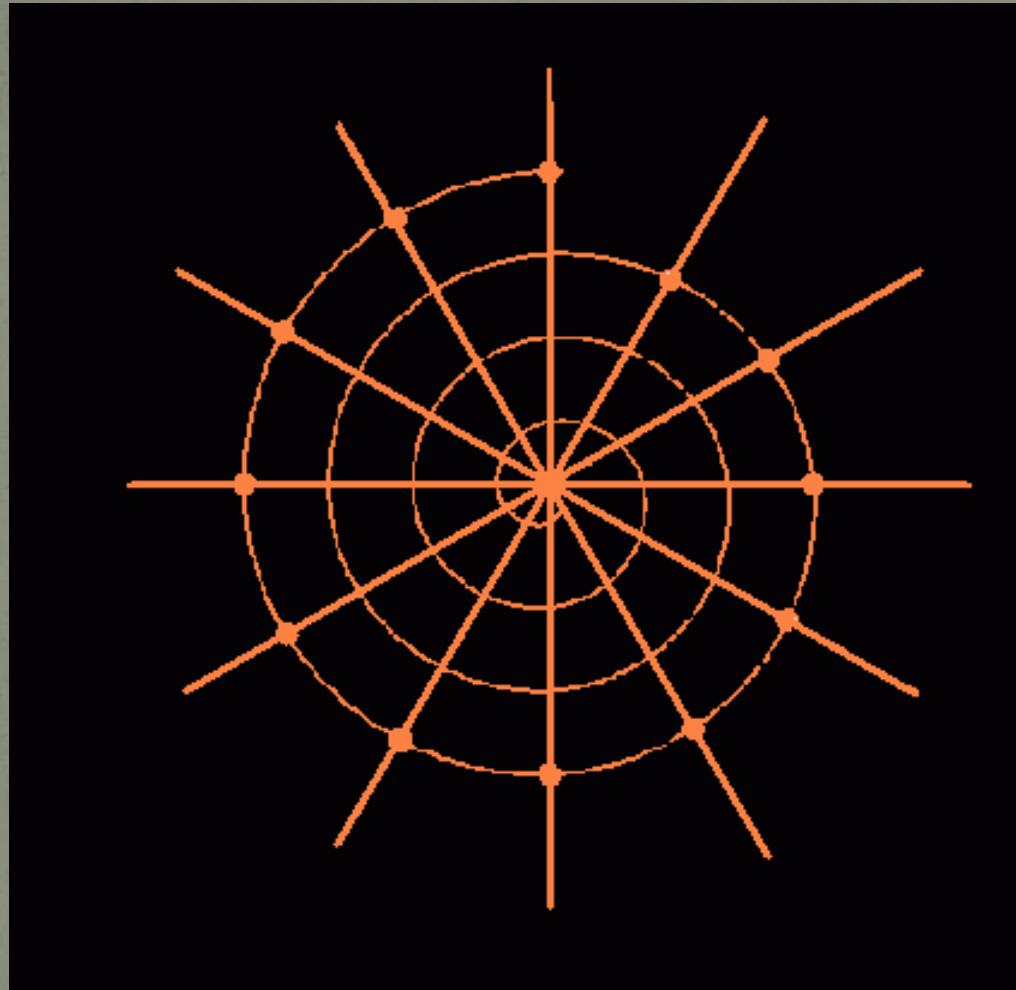
- a01 Profundidade nos portos
- a02 Tipo de carga
- a03 Índices de conforto
- a04 Autonomia
- a05 Núm de passageiros/tripulantes
- a06 Velocidade
- a07 Capacidade de carga

b) Condições ambientais:

- b01 Vento
- b02 Espectro do mar
- b03 Correnteza
- b04 Temperaturas
- b05 Ondas

Espiral de Projeto

Requisitos do
Armador



Conceito - Grupos

c) Dimensionamento preliminar, geometria, linhas:

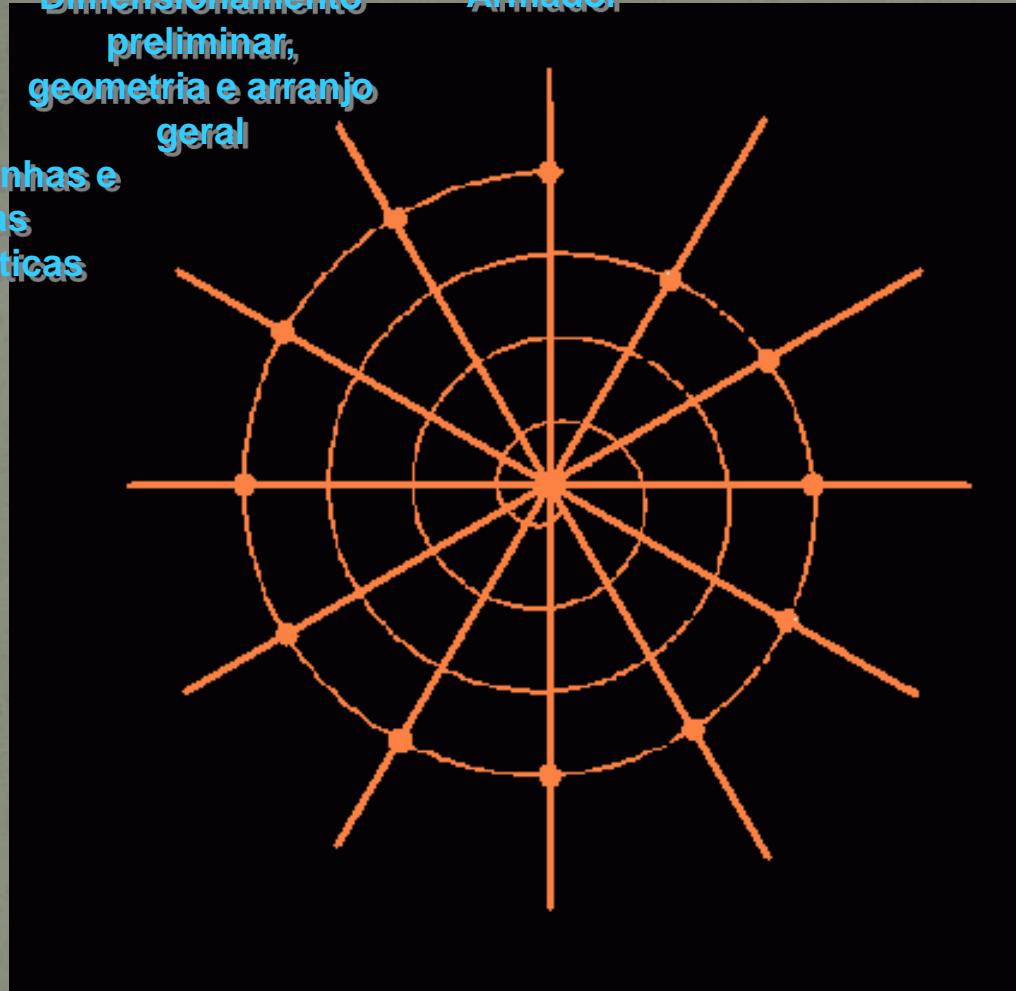
- | | | | |
|-----|--|-----|-------------------------------------|
| c01 | Dimensões principais | | |
| c02 | TPB e deslocamento | | |
| c03 | Arranjo geral | | |
| c04 | Geometria dos cascos | c14 | Plano de linhas |
| c05 | Distância entre convés inferior a superfície da água | c15 | Posição da praça de máquinas |
| c06 | Seção transversal dos cascos | c16 | Habitabilidade |
| c07 | Área de conveses | c17 | Acessibilidade dos passageiros |
| c08 | Boca | c18 | Acessibilidade da carga |
| c09 | Distância entre os cascos | c19 | Modularidade |
| c10 | Número de conveses | c20 | Acessibilidade dos equipamentos |
| c11 | Pontal | c21 | Posicionamento dos grupos geradores |
| c12 | Comprimento | c22 | Tipo de transmissão |
| c13 | Calado | c23 | Ventilação do motor |
| | | c24 | Curvas hidrostáticas |
| | | c25 | Tanques |
| | | c26 | Motores dentro ou fora dos cascos |
| | | c27 | Arranjo preliminar equipamentos |

Espiral de Projeto

Requisitos do
Armador

Dimensionamento
preliminar,
geometria e arranjo
geral

Plano de linhas e
Curvas
Hidrostáticas

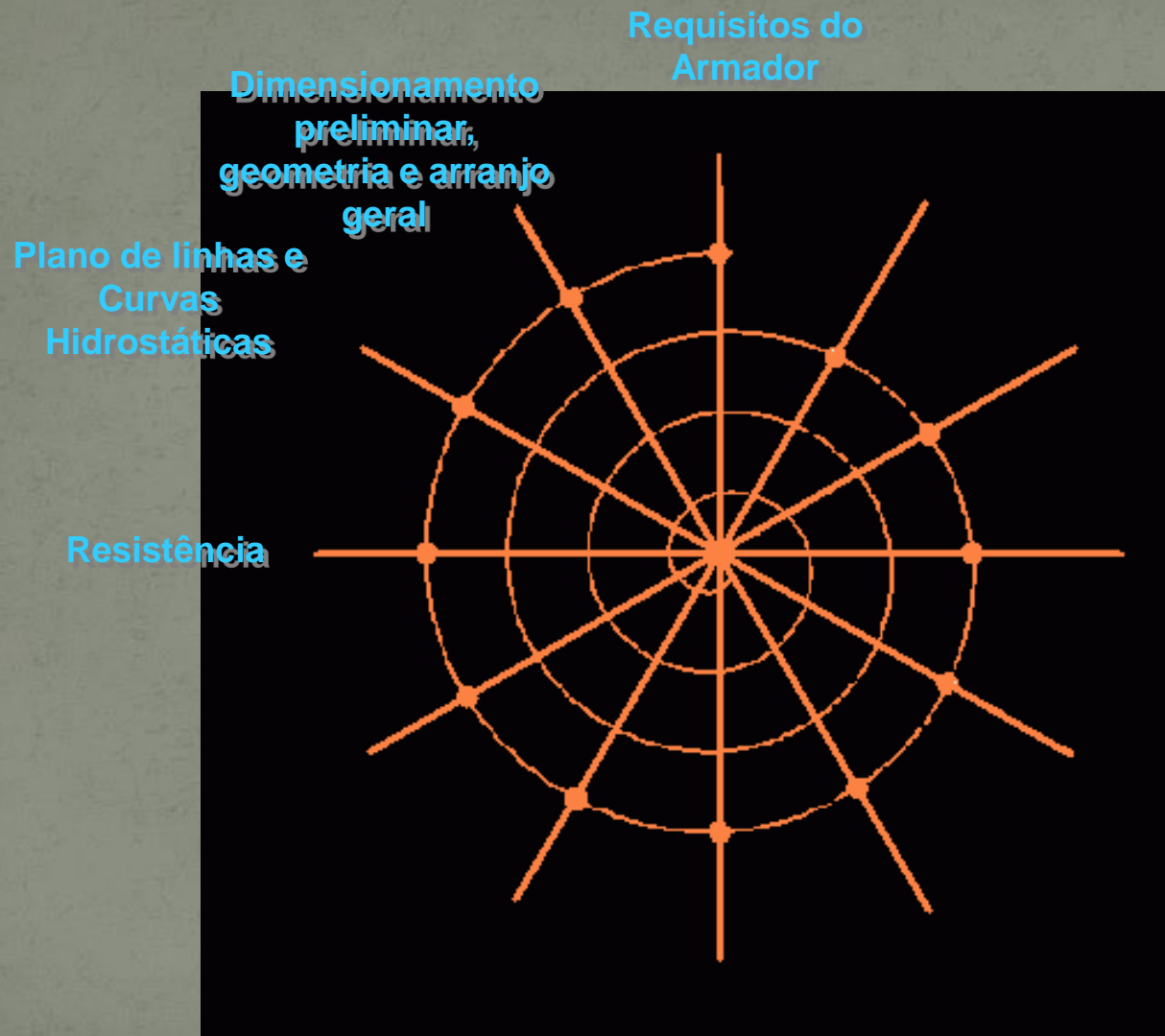


Conceito - Grupos

d) Resistência:

- d01 Estimativa preliminar de resistência ao avanço
- d02 Resistência de forma
- d03 Resistência de atrito
- d04 Resistência de ondas
- d05 Área vélica
- d06 Acréscimo de resistência devido ao estado de mar

Espiral de Projeto

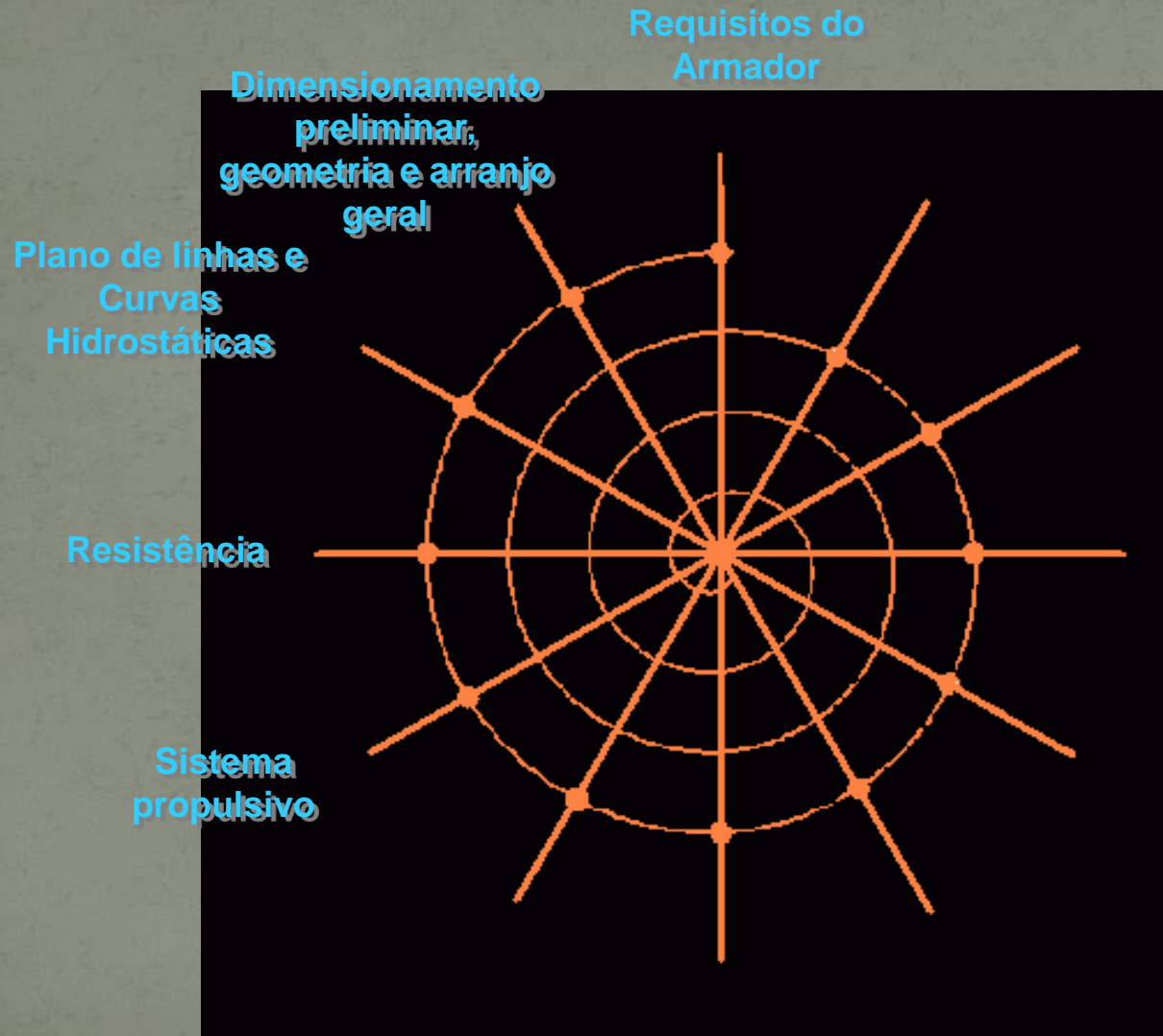


Conceito - Grupos

e) Sistema propulsivo:

- e01 Tipo de motor (diesel, diesel-elétrico)
- e02 Hélice
- e03 Dimensões do motor
- e04 Reversor
- e05 Escoras
- e06 Redutor
- e07 Potência do motor
- e08 Perdas na transmissão
- e09 Mancais
- e10 Transmissão (Z ou linha)

Espiral de Projeto

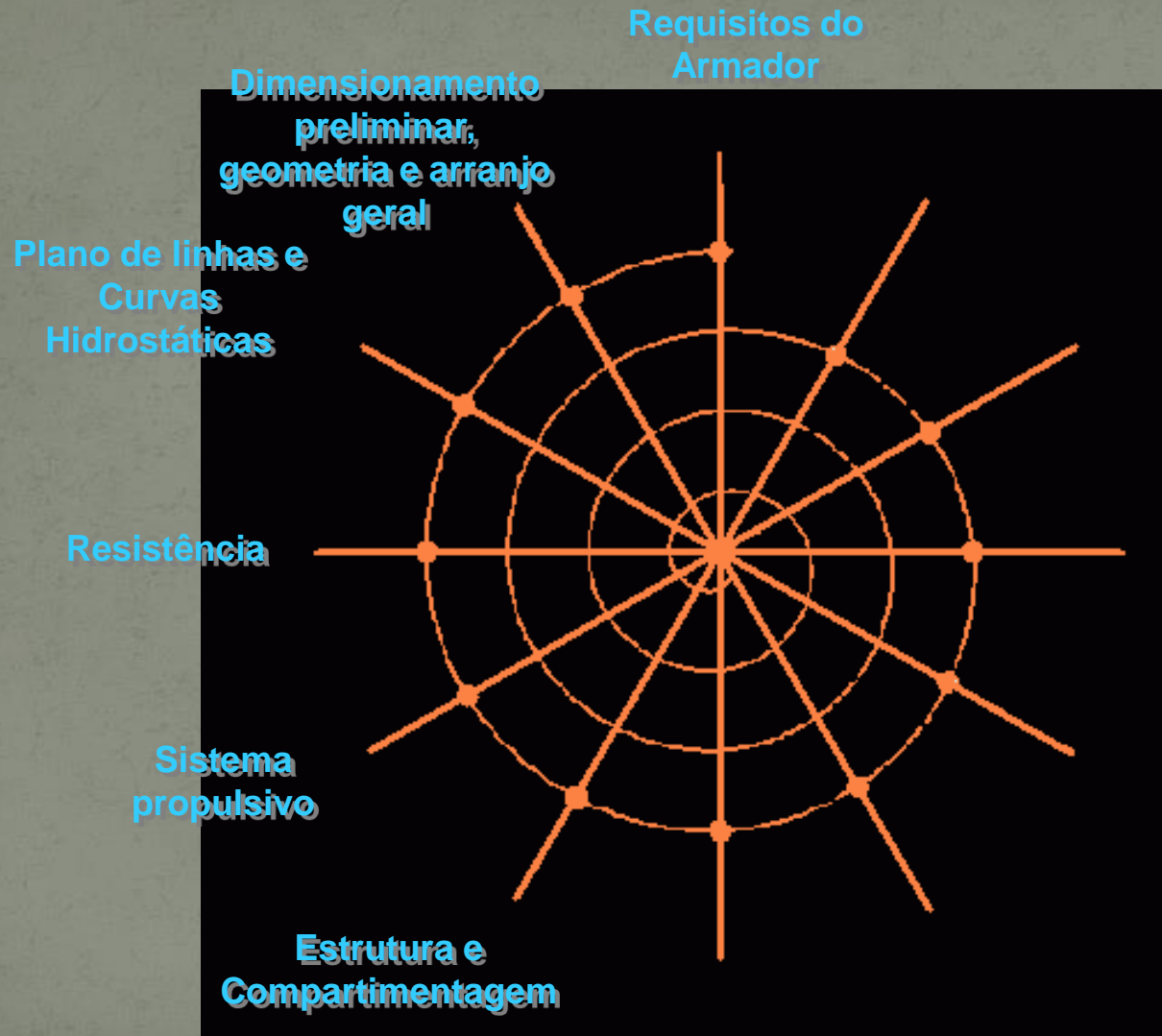


Conceito - Grupos

f) Estrutura e compartimentagem:

- f01 Material
- f02 Seções circulares ou não circulares
- f03 Conveses
- f04 Jazentes
- f05 Ligação dos cascos
- f06 Flexão longitudinal
- f07 Dimensionamento e qtde de escoras
- f08 Flexão e torção dos conveses
- f09 Comprimento alagável

Espiral de Projeto



Conceito - Grupos

g) Subsistemas:

g01 Ar-condicionado

g02 Bow-thruster

g03 Guinchos

g04 Exaustores e ventiladores

g05 Salvatagem

g06 Redes esgoto

g07 Grupos geradores

g08 Guindaste

g09 Equipamento
de navegação

g10 Amarração e fundeio

g11 Bombas

g12 Sistema de governo

g13 Redes de óleo diesel

g14 Redes sanitárias

g15 Rede elétrica

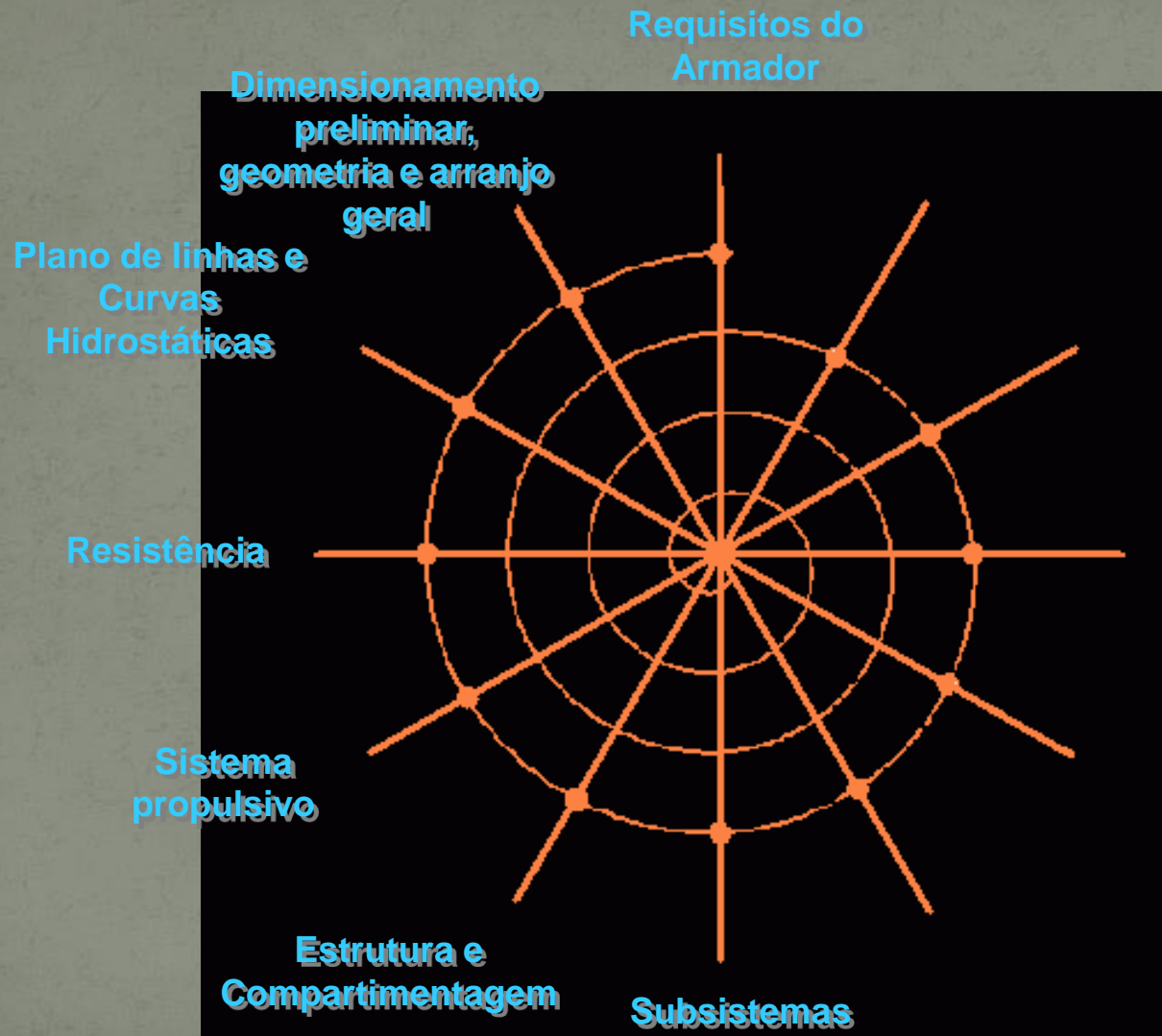
g16 Redes de água doce

g17 Redes de incêndio

(água ou espuma/CO2)

g18 Luzes

Espiral de Projeto



Conceito - Grupos

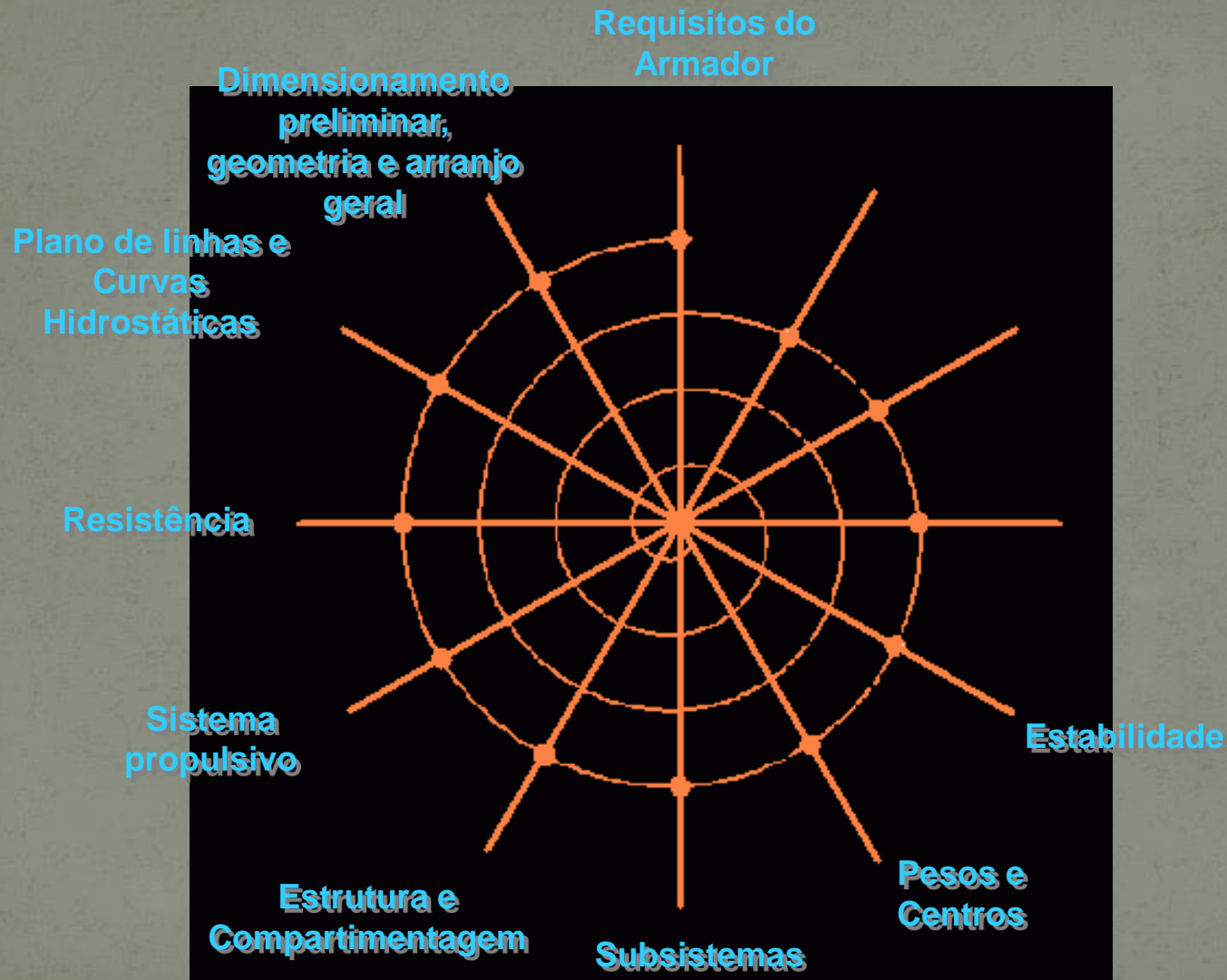
h) Pesos e centros:

- h01 Posicionamento vertical e longitudinal da praça de máquinas
- h02 Posicionamento vertical e longitudinal dos grupos geradores
- h03 Posicionamento da superestrutura
- h04 Posicionamento da carga

i) Estabilidade estática:

- i01 Curvas GZ vs. Theta
- i02 Eixo crítico
- i03 Cálculo GM (longitudinal e transversal)
- i04 Aumento AWL acima da WL

Espiral de Projeto



Conceito - Grupos

j) Comportamento no mar:

j01 Roll / Heave / Pitch

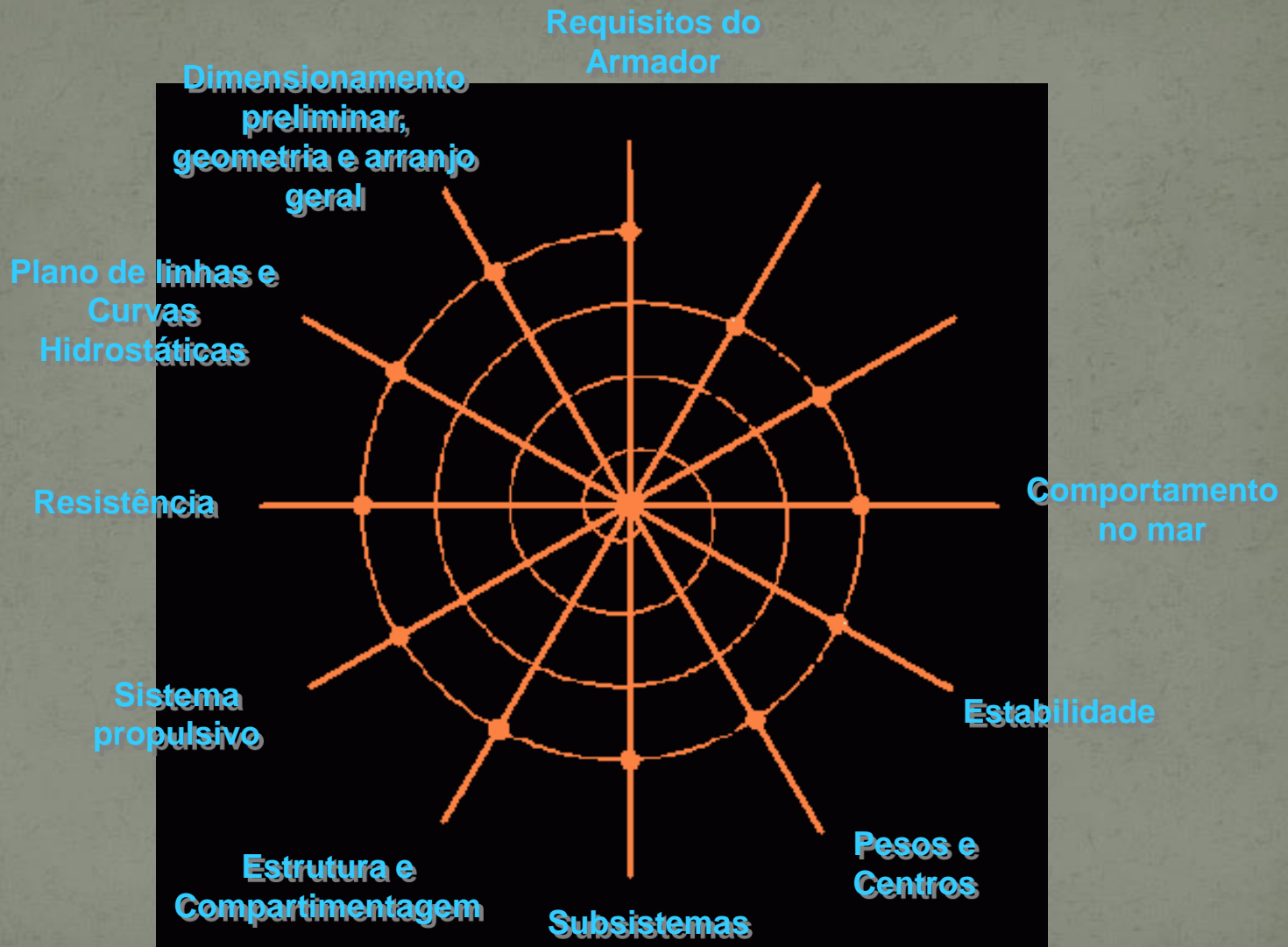
j02 Necessidade de fólios estabilizadores para alta
velocidade

j03 Acelerações (conforto)

j04 Segurança

j05 Determinação da função de transferência

Espiral de Projeto



Conceito - Grupos

k) Manobrabilidade:

k01 Tipo do leme

k02 Posicionamento do leme

k03 Dimensões do leme

k04 Esforços no leme

k05 Dimensionamento das máquinas do leme

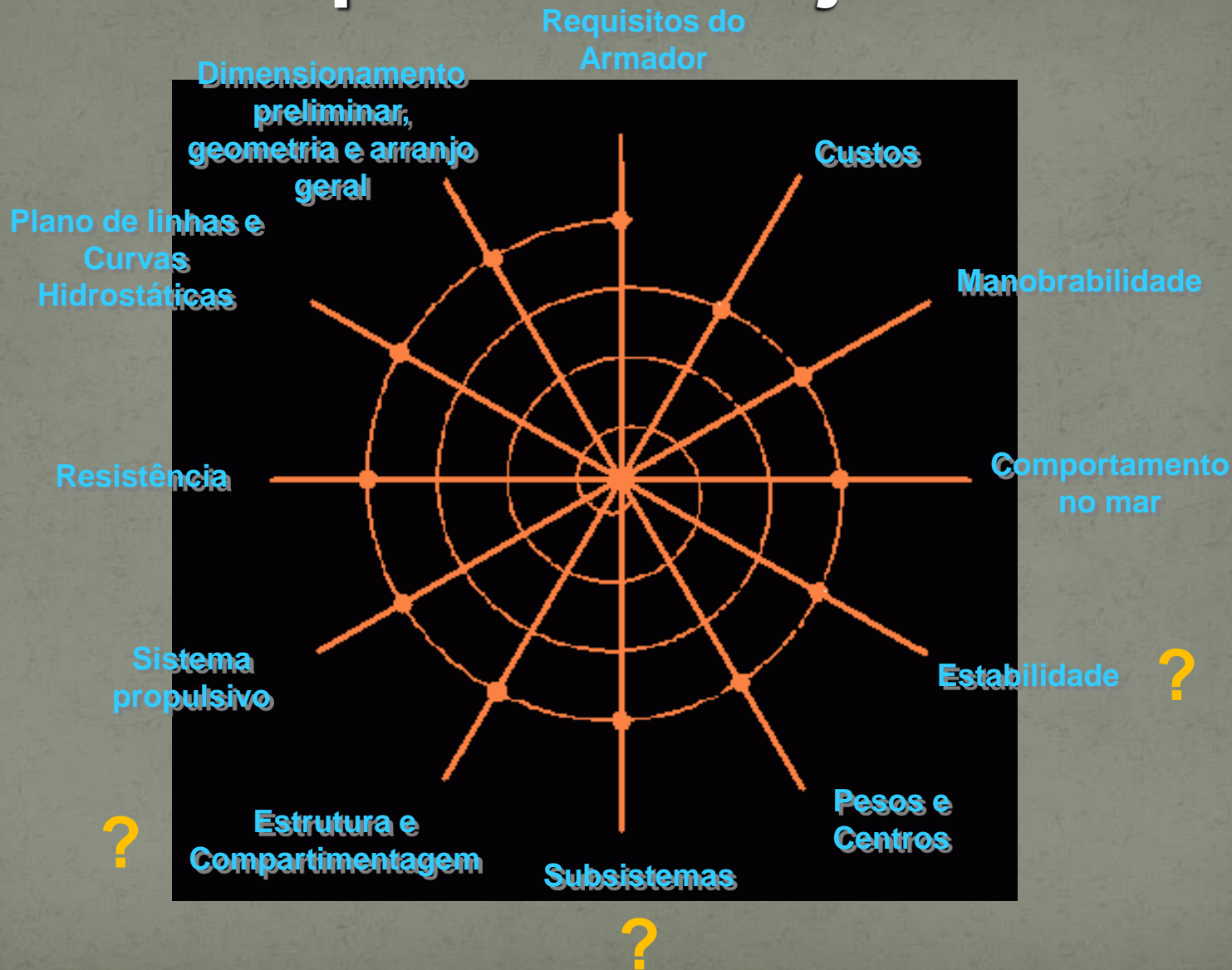
k06 Mancais do leme

k07 Bow-thruster

k08 Dimensionamento das máquinas dos bow-thrusters

l) Custos

Espiral de Projeto



FIM