Instituto Panamericano de Ingeniería Naval
Instituto Pan-americano de Engenharia Naval
Pan-american Institute of Naval Engineering

J5

XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL,
TRANSPORTE MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA.

UN MODELO INTEGRADO DE GERENCIAMIENTO DE MANUTENCAO DE NAVIOS

PAPER Nº 38

CLOVIS AUGUSTO DA SILVA BARBOZA
M.Sc. em Transporte Maritimo pela COPPE/UFRJ
BRASIL

UM MODELO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇAO DE NAVIOS

Pires Jr., F.C.M. e Barboza, C.A.S.

RESUMO

O trabalho apresenta uma abordagem racional para o processo geral de gerenciamento da manutenção de navios. Identificam-se como as principais áreas que integram o processo, o planejamento e o controle de manutenção, gerenciamento de estoques de sobressalentes, vistoria e classificação, docagem e gerenciamento de custos.

Empregando técnicas estatisticas, de pesquisa operacional e teoria de confiabilidade, são discutidas algumas abordagens quantitativas para planejamento e controle, em cada uma daquelas áreas. Enfatizam-se as interações entre as áreas, bem como a integração das atividades de planejamento e de controle.

SUMMARY

AN INTEGRATED MODEL OF SHIP MAINTENANCE MANAGEMENT

The paper presents a rational approach to the general process of ship maintenance managing.

It is appointed as the main areas which take place in the process: maintenance planning and control, spare parts management, the overhaul and classification, the docking, and cost management.

Applying techniques as Statistical Analysis, Operations Research and Reliability, some quantitative methods of planning and control in each of these areas are discussed. It is also emphasized the linking among those areas as well as the integration between planning and control activities.

Floriano Carlos Martins Pires Jr. - Professor Adjunto da UFRJ, Chefe da Area de Transporte Aquaviário do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ.
Clovis Augusto da Silva Barboza - M.Sc. em Transporte Maritimo pela COPPE/UFRJ, Engenheiro Naval da Frota Nacional de Petroleiros-Petrobrás.

1. INTRODUÇÃO

A redução a nível mundial das encomendas de navios aos estaleiros pelos armadores na última década teve como uma de suas consequências a necessidade dos armadores conviverem com frotas compostas por navios de idade média mais elevadas. Aliado a isto, a intensificação do uso de técnicas modernas de conservação e inspeção de cascos, tais como o desenvolvimento de tintas especiais de alto desempenho, e de inspeções submarinas e limpeza submersa de casco, bem como a mundança de filosofia das Sociedades Classificadoras e das autoridades, no tocante à docagem, têm alterado ràpida e profundamente o padrão de manutenção das frotas modernas.

Estes fatos têm levado os armadores a se preocuparem cada vez mais com o nível de manutenção dado à sua frota, visto que se encontram numa situação onde, se por um lado é necessário que melhorem o grau de manutenção de seus navios, uma vez que não lhes é mais possível postergar para a docagem as tarefas de manutenção mais complexas ou que demandariam mais tempo, sob pena de terem que conviver com elevados índices de paradas ("off hire") em seus navios, já que o intervalo entre docagens é cada vez maior, por outro, os elevados custos atuais de manutenção e aquisição de materiais e sobressalentes dentro da estrutura de custos dos armadores, têm feito com que este procure minimizar seus custos com tais itens, a fim de tornar sua frota mais rentável, dentro de um mercado cada vez mais competitivo.

Diante destas duas posições aparentemente antagônicas, muitos armadores têm procurado alterar sua estratégia de manutenção, incorporando técnicas e métodos que lhes permitam planejar e controlar suas tarefas de manutenção a fim de atender a estas duas condições simultaneamente, ou seja, racionalizar e portanto melhorar seu nível de manutenção e ao mesmo tempo reduzir seus custos com tal item. Tal fato tem conferido à atividade de manutenção uma importância cada vez maior nas empresas de navegação e no meio naval como um todo, o que tem feito com que se busquem parâmetros , coeficientes e técnicas de análise de desempenho de equipamentos, navios e frotas.

Neste trabalho procuraremos apresentar e discutir algumas destas técnicas e parâmetros dentro de uma abordagem racional que abrange às várias áreas que integram o processo geral do que chamaremos de GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO DE NAVIOS.

2. O GERENCIAMENTO DA MANUTENÇAO DE NAVIOS

O Gerenciamento da Manutenção de Navios pode ser definido como a atividade de administrar a manutenção da frota de forma racional e econômica. Neste trabalho, para efeito de abordagem e análise, dividiremos este gerenciamento em cinco blocos como se segue:

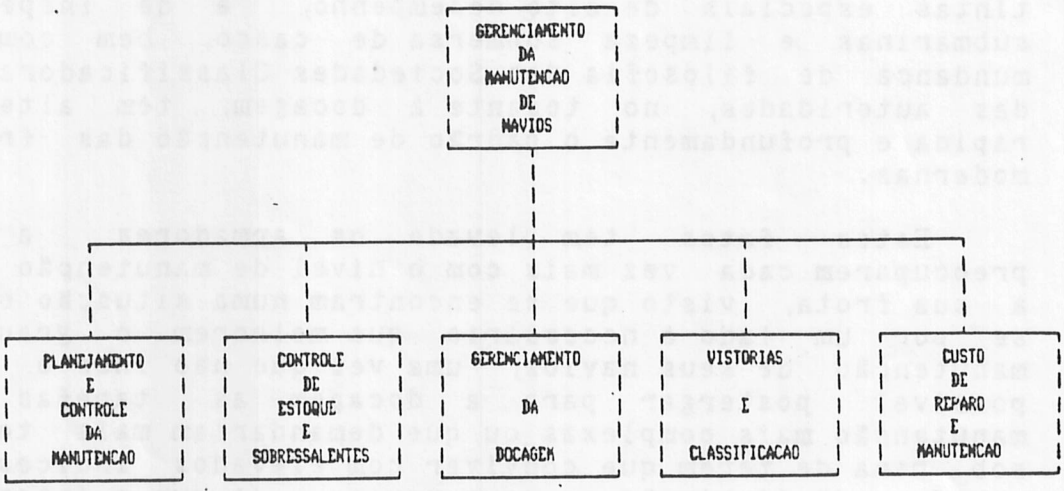


Figura 1: Principais áreas integrantes do Gerenciamento da Manutenção de Navios.

Pode-se observar que na realidade existe uma forte interdependência entre estas áreas que compoem o processo geral de gerenciamento. Esta divisão, porém, é útil pois facilita a análise e abrange todas as principais etapas da manutenção de um navio, como veremos.

3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇAO

A atividade de manutenção se divide basicamente em três fases que são o PLANEJAMENTO, a EXECUÇAO e o CONTROLE da Manutenção. É bastante comum no entanto, principalmente no setor naval, que devido aos prazos exíguos e à constante solicitação pelo navio, que o armador acabe por se envolver completamente na Execução da Manutenção de sua frota em detrimento do Planejamento e do Controle, que são efetivamente as fases que permitem ao armador aferir a eficiência da estratégia de manutenção adotada e a necessidade de alterá-la a fim de torná-la mais racional.

Por este motivo o PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO foi identificado como uma das áreas importantes a serem estudadas, pois à através dela que obteremos elementos que permitirão ao armador avaliar o nivel atual de manutenção e operacionalidade da sua frota e acompanhar os ganhos obtidos com a implantação de novas técnicas e procedimentos.

3.1. PARAMETROS GERAIS DE DESEMPENHO

Antes de implementar qualquer alteração em sua rotina de manutenção, é importante que sejam estabelecidos parâmetros, através dos quais o armador possa identificar seus pontos mais criticos no que se refere a eficiência da frota e a custos de manutenção e observar os reflexos das medidas que ele venha a adotar.

Uma das melhores formas de se realizar este acompanhamento é através dos PARAMETROS GERAIS DE DESEMPENHO, os quais permitirão ao armador levantar de uma forma simples e rápida o histórico da performance de sua frota, à medida que vão sendo implementadas as alterações na sua estratégia de manutenção.

Dentre muitos possiveis, os principais parâmetros gerais, pelos resultados apresentados são:

INDICE DE PRONTO A OPERAR DE MANUTENÇAO:

$$\frac{\text{no. de dias operados no mês}}{\text{no. de dias do mês}}$$

CAPACIDADE DE OPERAÇAO DISPONIVEL:

$$\frac{\text{capacidade de carga ofertada}}{\text{capacidade de carga total}}$$

CUSTO ESPECIFICO DE MANUTENÇAO POR DIA DE OPERAÇAO:

$$\frac{\text{custo de manutenção no periodo}}{\text{no. de dias operados no periodo}}$$

CUSTO ESPECIFICO DE OPERAÇAO POR CAPACIDADE DISPONIVEL:

$$\frac{\text{custo de manutenção}}{\text{capacidade da carga ofertada}}$$

Podemos constatar que estes quatro indices apresentados envolvem apenas parâmetros que são do total conhecimento de qualquer armador, porém, a despeito da sua simplicidade são de extrema utilidade. Estes indicadores podem ser aplicados a qualquer periodo de tempo que se desejar, porém, para fins de acompanhamento de resultados, o periodo ideal é o mensal.

Outra vantagem destes parâmetros é o fato de poderem ser utilizados não apenas a nivel de frota, mas também para cada navio individualmente ou grupos de navios semelhantes dentro de uma frota, o que permite comparações entre dois navios semelhantes, de um mesmo navio em periodos distintos ou de um navio com a média da frota, possibilitando a identificação de navios com desempenho abaixo do desejável.

Uma vez identificados os grupos e navios com custos de manutenção mais elevados ou de baixa eficiência, através dos Parâmetros Gerais de Desempenho apresentados, o armador procurará então identificar suas prováveis causas.

Ocorre porém que a pesquisa e identificação destas causas nem sempre são simples e imediatas. Uma das melhores técnicas para a obtenção destas prováveis causas é a utilização dos principios da ANALISE DE MODOS DE FALHAS E EFEITOS (AMFE). Seu principio consiste em decompor o contorno de interesse por niveis, partindo do nivel geral (frota), passando pelo nivel de navios, sistemas, sub-sistemas indo até o nivel de componente e a partir dai chegar às prováveis causas das falhas e consequentemente dos altos custos de manutenção e baixa eficiência.

O método é ilustrado na figura a seguir, onde os itens assinalados com asteriscos são aqueles de custos de manutenção mais elevados e que por este motivo sofreram nova decomposição do contorno de interesse.

QUEBRA DO CONTORNO DE INTERESSE POR NIVEIS

A NIVEL GERAL:

DE FROTA:
- Indice de Pronto a Operar de Manutencao
- Capacidade de Operacao Disponivel
- Custo Especifico de Manutencao por Dia de Operacao
- Custo Especifico de Manut. por Capacid. Disponivel

A NIVEL DE NAVIO:

POR TIPO/IDADE:
- Conteiner
- Semi-Conteiner
- Carga Geral
- Granel

- Com menos de 5 anos
- entre 5 e 10 anos
- entre 10 e 15 anos
- Com mais de 15 anos

POR ROTA:
- Asia
- Europa
- Africa
- EUA (Coast Guard / Grandes Lagos)
- America do Sul

OUTRAS CARACTERISTICAS:
- Tipo de Carga
- Reparos por Bordo/Firma
- Tempo de Carga/Operacao/Descarga
- Nivel Tecnico da Tripulacao

A NIVEL ESPECIFICO:

POR SISTEMAS:
- Casco
- Maquinas *
- Estrutura
- Carga e descarga
- Seguranca e Navegacao
- outros

POR SUB-SISTEMAS:

MAQUINAS:
- Propulsao *
- Geracao de Energia
- Governo
- Outros

POR EQUIPAMENTOS:

PROPULSAO:
- MCP *
- Perifericos(purificadores,turbo-compressor,bombas,etc)
- Linha de Eixo(mancais,eixo,selo de vedacao,helice,etc)
- Outros

POR COMPONENTES:

MCP:
- Eixo,Cruzetas,Mancais,etc
- Injecao
- Lubrificacao
- Camisa e Cilindros
- Refrigeracao
- Outros

Figura 2: Identificação de Pontos Criticos Através do Principio da AMFE

Desta forma identificariamos os itens responsáveis pelos elevados custos de manutenção em cada navio. Deve-se observar que, na realidade, em um navio, de um modo geral, apenas 20% dos itens são responsáveis por quase 80% dos custos de manutenção e pelo baixo desempenho do navio. Assim, esta análise pode ser feita de forma bastante rápida, sendo necessário apenas que o armador possua um histórico de seus custos a fim de que possa identificar os itens de custo de manutenção mais elevados. A forma mais conveniente e apropriada de alimentar este banco de dados de custos será discutida no bloco sobre Gerenciamento dos Custos de Reparo e Manutenção.

3.2 - DEFINIÇAO DA ESTRATEGIA DE MANUTENÇAO

Uma vez determinados quais os navios da frota e os sistemas dos navios com custos de manutenção mais elevados, estabelecer uma estratégia de manutenção significa elaborar um programa de manutenção organizado que, se executado com planejamento, controle e acompanhamento racionais, será um poderoso instrumento a fim de prevenir a quebra ou o baixo desempenho de equipamentos, bem como o seu elevado custo de manutenção.

A partir do momento em que se identifica a má performance de um equipamento ou sistema do navio, a Estratégia de Manutenção a ser definida deve levar em consideração o custo de se tomar a decisão de intervir ou não no equipamento ou sistema neste momento, pois uma decisão errada pode implicar em um custo bastante elevado. Assim, é importante que uma boa Estratégia de Manutenção leve em consideração não apenas o CUSTO DA FALHA do equipamento mas também o CUSTO DA INTERVENÇAO ou da MANUTENÇAO, que é aquele oriundo da parada do equipamento, abertura, troca dos componentes gastos, fechamento e teste. Pois em muitos casos o segundo é maior que o primeiro, não compensando realizar a intervenção.

Desta forma, para que a decisão de intervir em um equipamento, a fim de verificar o nível de desgaste de seus componentes, seja corretamente adotada, é necessário que ao estabelecer a Estratégia de Manutenção se considere a soma dos custos diretos de manutenção com os associados ao mau funcionamento dos sistemas, incluindo paradas do navio e perdas de carga. Teremos assim que:

CUSTO GENERALIZADO = CUSTO MANUTENÇAO + CUSTO DA FALHA

Observe-se que regimes mais onerosos de manutenção correspondem, em geral a custos menores de falhas. portanto haverá para cada sistema um nivel ótimo de manutenção, correspondendo ao minimo custo generalizado. Assim, para os sistemas que têm altos custos de falha (Sistemas Vitais); o ponto ótimo tende a corresponder a niveis mais altos de manutenção.

ANALISE DE CONFIABILIDADE

A CONFIABILIDADE pode ser definida como "a probabilidade de que um equipamento opere com sucesso por um periodo especificado, sob condições determinadas de operação".

O grau de confiabilidade a ser exigido de cada sistema dependerá geralmente, do custo de falha respectivo, sendo tanto maior quanto maior for o custo da sua falha. Deve-se portanto saber quantificar o risco que se deseja correr de que o equipamento venha a falhar, isto é, qual o seu RISCO DE FALHA.

Verifica-se portanto que a confiabilidade é função direta do nivel de manutenção adotado. A figura 3 mostra a relação entre CONFIABILIDADE e FUNÇAO DE FALHA.

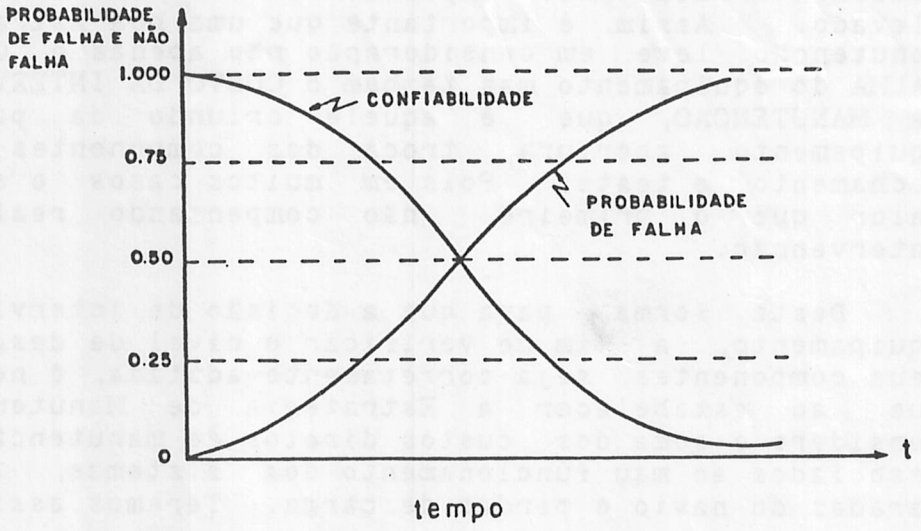


Figura 3 - Confiabilidade e Função de Falha

Uma vez definidos quais equipamentos e sistemas são os principais responsáveis pela baixa performance ou elevados custos de manutenção dos navios resta, para a definição da Estratégia de Manutenção mais adequada, decidir qual o SISTEMA DE MANUTENÇÃO mais apropriado ao equipamento e ao sistema ao qual pertence, visto que, conforme veremos, cada Sistema de Manutenção tem suas características, as quais devem ser respeitadas a fim de que os resultados obtidos atendam às expectativas do armador. A escolha do melhor sistema e a definição dos parâmetros para o seu estabelecimento (intervalos, mão de obra necessária, periodicidade, custo, etc) são os elementos finais do módulo de CONTROLE E PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO e só podem ser eficientemente determinados após a realização das etapas anteriormente mencionadas tais como determinação dos parâmetros de desempenho, determinação dos equipamentos críticos, do custo da falha, grau de confiabilidade entre outros.

PRINCIPAIS SISTEMAS DE MANUTENÇÃO

Atualmente são conhecidos e estão disponíveis diversos Sistemas de Manutenção. A melhor estratégia para um armador será aquela que oferece o balanço mais conveniente entre CUSTO DA FALHA e CUSTO DA MANUTENÇÃO, pois nenhum armador desejará investir tanto em manutenção que não tenha nenhuma falha, pois isto lhe seria extremamente oneroso, nem procurará economizar tanto em manutenção a ponto das falhas e quebras prejudicarem a performance, a segurança e principalmente a rentabilidade de seus navios. A figura 4 apresenta os principais Sistemas de Manutenção.

No esquema da figura 4 notamos de início a existência de dois tipos distintos de manutenção, a Incidental e a Planejada:

- Manutenção Incidental

Neste tipo de manutenção os sistemas só são reparados quando ocorre uma falha, nenhuma manutenção planejada é realizada à exceção das estritamente necessárias, tais como lubrificação, ajustes e verificação de níveis, só sendo realizadas intervenções quando o equipamento apresenta visíveis sinais de baixa performance.

- Manutenção Planejada

Neste sistema, as tarefas de manutenção são programadas e previamente distribuídas de forma a que as intervenções e inspeções nos equipamentos do navio sejam feitas com uma periodicidade tal que permita detectar falhas em seu estágio inicial, ou até mesmo impedir o seu surgimento, mantendo o equipamento sempre em boas condições de funcionamento.

No esquema da figura 4 define-se por MANUTENÇÃO CORRETIVA aquela ligada a falhas que ocorrem mesmo que todas as medidas de manutenção preventiva venham a ser tomadas. Na realidade este tipo de manutenção não representa uma filosofia de manutenção e sim uma consequência de uma falha inesperada, só podendo ser identificada e quantificada ao se adotar a manutenção planejada, pois caso contrário, ela se confunde com a Manutenção Incidental.

SISTEMAS DE MANUTENÇÃO

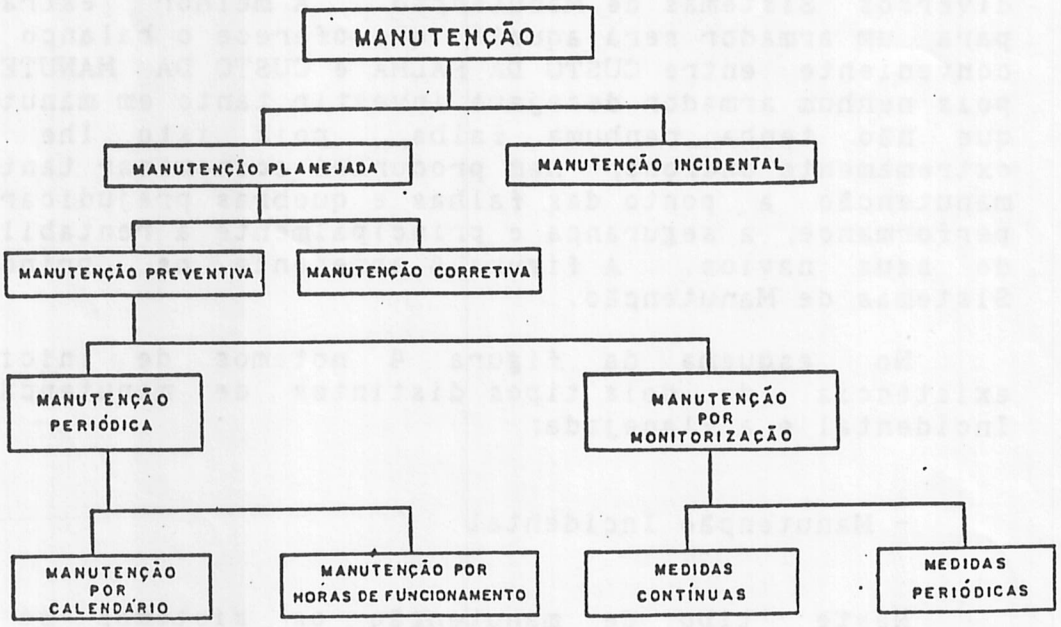


Figura 4 - Sistemas de Manutenção

A Manutenção Preventiva pode ser dividida em PERIODICA E POR MONITORIZAÇÃO. Na primeira, as inspeções são realizadas através da abertura dos

equipamentos a intervalos constantes que podem ser definidos por tempo de operação (MANUTENÇÃO POR HORAS DE FUNCIONAMENTO) ou por tempo de calendário (MANUTENÇÃO POR CALENDARIO). Na MANUTENÇÃO POR MONITORIZAÇÃO, o objetivo é obter informações sobre a performance do equipamento durante a operação através de sensores e sistemas de medição, sem que seja necessária a parada ou a abertura do equipamento. A grande vantagem deste sistema é que ele permite a intervenção tão logo sejam registrados sintomas de anormalidade no equipamento, evitando-se a sua falha. Por este motivo, este tipo de manutenção, embora de maior custo que a periódica, está sendo cada vez mais utilizada. A manutenção por Monitorização pode ser POR MEDIDAS CONTINUAS ou POR MEDIDAS PERIODICAS.

A escolha do tipo mais apropriado será função basicamente da importância do equipamento em questão, do risco da falha que se deseja correr, ou seja, do grau de confiabilidade requerido, do custo financeiro e operacional da abertura do equipamento para inspeção (custo de intervenção) e do intervalo necessário entre intervenções.

Na figura 5 é apresentada a interrelação entre os diversos custos que compõem o custo total de manutenção.

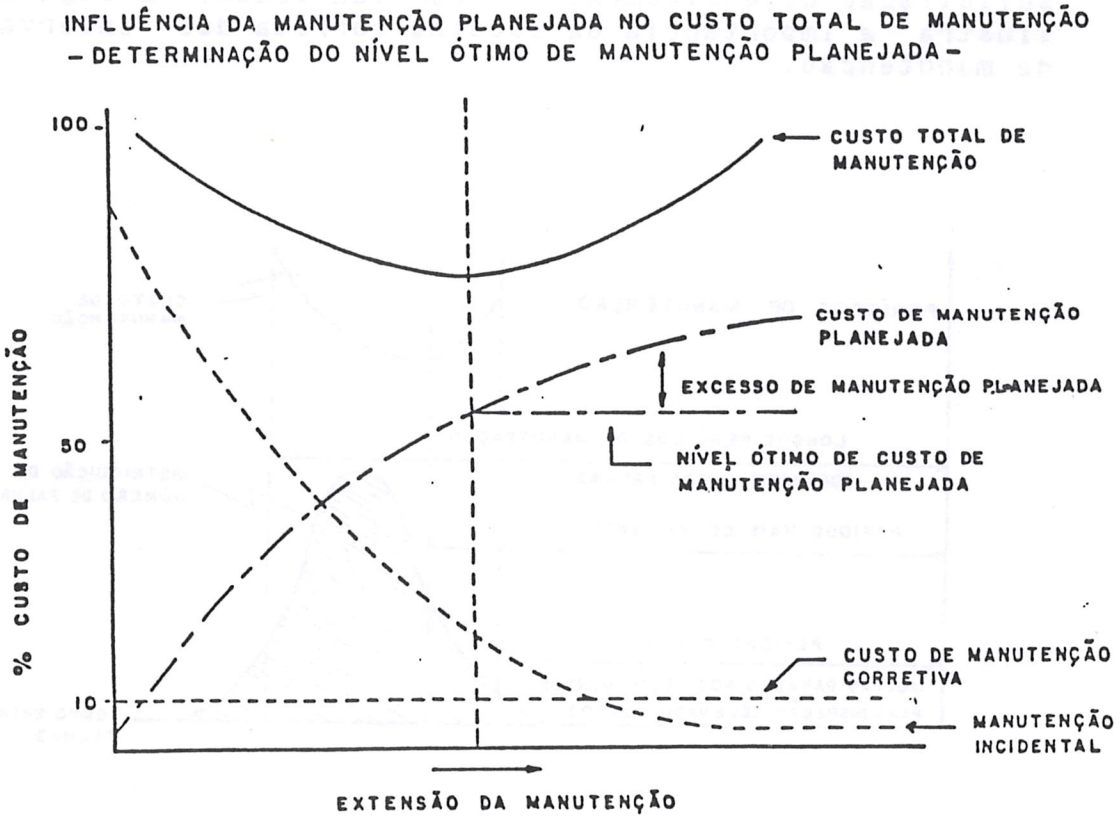


Figura 5 - Influência da Manutenção Planejada no Custo Total de Manutenção

Pode-se constatar que existe um nível ótimo de manutenção planejada, a partir do qual o custo total de manutenção tende a se elevar. Vê-se ainda, pelo gráfico apresentado, que o custo total de manutenção sofre influência direta do nível de manutenção planejada praticada pelo armador, atingindo seu custo mais baixo quando a manutenção alcança seu nível ótimo. Como já mencionado, não é interesse de nenhum armador suprimir a manutenção incidental, porém esta deve ser limitada àqueles equipamentos cujo custo da falha seja baixo.

Outro aspecto importante a ser observado num sistema de manutenção planejada é o intervalo entre intervenções nos equipamentos. A manutenção planejada geralmente compreende a abertura periódica das máquinas e equipamentos de modo a decidir se são necessários ajustes ou substituição de peças desgastadas. A escolha do intervalo apropriado para estas inspeções deve ser feita de forma bastante criteriosa, uma vez que inspeções em intervalos muito pequenos, além de reduzirem a disponibilidade do equipamento e aumentarem a probabilidade de uma remontagem errada, conduzem a uma elevação dos custos de manutenção. Por sua vez, inspeções menos frequentes podem resultar em níveis muito elevados de falhas nos equipamentos, comprometendo os resultados da manutenção planejada e elevando o nível de manutenção incidental a bordo. As relações que levam ao intervalo ótimo não são imutáveis, variando com a solicitação do equipamento e com sua idade. A figura 6 ilustra a importância da escolha correta dos intervalos de manutenção.

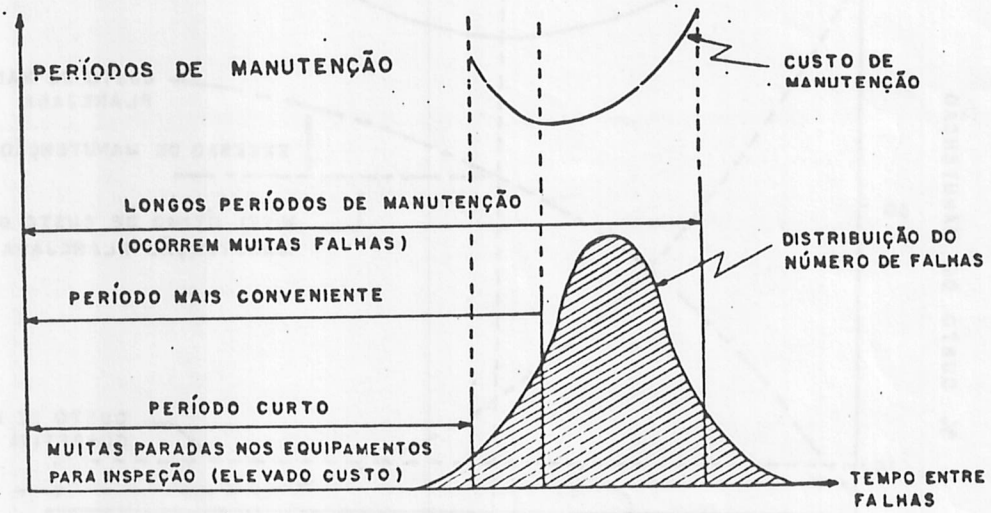


Figura 6 - Periodos de Manutenção

Podemos observar, portanto, que o simples fato de um armador adotar o sistema de manutenção planejada para seus navios não lhe garante que irá operar no ponto ótimo de custo, ou seja, com custo de manutenção mínimo. É necessário ainda que ele calibre constantemente seu programa de manutenção planejada, uma vez que a adoção de intervalos inadequados pode fazer com que ele opere fora de seu ponto de custo mínimo, como visto.

O CONCEITO DE PLANEJAMENTO INTEGRADO DE MANUTENÇÃO

Pelo exposto pode-se notar qua a adoção de um modelo único de manutenção para todos os equipamentos e sistemas de um navio pode não ser conveniente para o armador, dadas às características operacionais e ao grau de confiabilidade requerido serem diferentes para cada equipamento a bordo. O modelo ideal para o navio como um todo seria a integração dos vários modelos de manutenção, adotando, para cada equipamento aquele que mais lhe conviesse, a partir do PLANEJAMENTO INTEGRADO DE MANUTENÇÃO. Desta forma, se o armador verifica que determinado equipamento, do qual ele deseja uma elevada confiabilidade, necessita de intervalos de inspeção muito pequenos, ou esta inspeção é muito onerosa, ou ainda, implica na parada do navio para a sua execução, ele opta pela monitorização deste equipamento, mantendo os demais no sistema de manutenção periódica.

4. CONTROLE DE ESTOQUE E SOBRESSALENTES

Se considerarmos que um navio de longo curso moderno, de porte médio, leva 4000 (quatro mil) itens de sobressalentes, com um custo médio da ordem de US$ 600000 (seiscentos mil dólares) e que peças sobressalentes em estoque significam, em última instância, capital imobilizado, além de requererem espaço, boas condições de armazenagem e dispêndio com administração, podemos facilmente constatar a importância para qualquer armador de manter um bom controle sobre o seu estoque de sobressalentes.

Do ponto de vista de planejamento estratégico, o problema de gerenciamento de sobressalente consiste basicamente em selecionarem-se os itens a serem incluídos no sistema e as respectivas quantidades e procedimentos de reposição de estoques.

Em linhas gerais, trata-se de minimizar o que chamaremos de Custo Generalizado de Estoque:

CUSTO GENERALIZADO = CUSTO DE ESTOQUE + CUSTO DE FALHA

O custo de estoque corresponde ao custo do capital imobilizado, armazenamento, etc., já o Custo de Falha corresponde àquele devido à falta da peça no estoque. É claro que essas parcelas são funções - crescente e decrescentes respectivamente - da quantidade em estoque. A Figura 7 apresenta a interrelação entre o CUSTO DA FALHA e o CUSTO DE ESTOQUE e a sua influência no custo total.

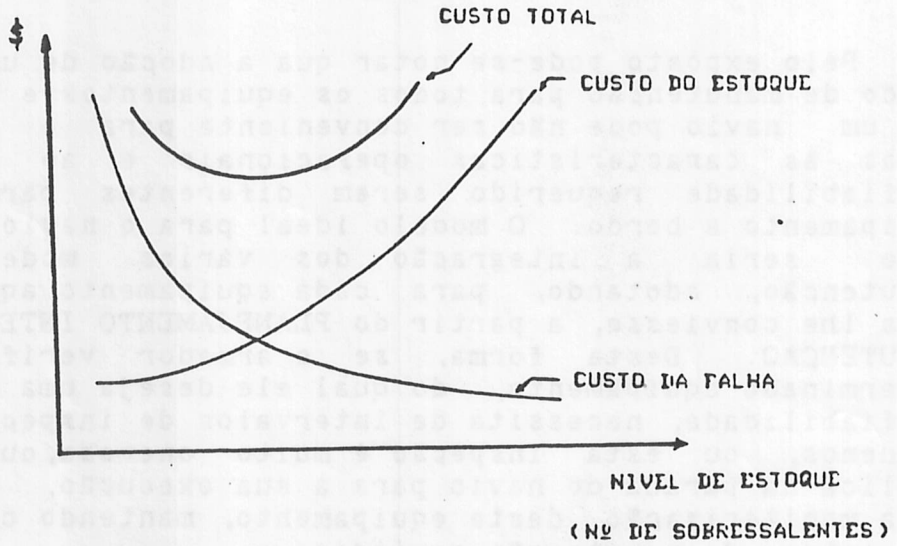


Figura 7 - A influência do nivel de estoque no custo total

SELEÇÃO DOS PRINCIPAIS ITENS DO SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUE

Conforme mencionado, um dos problemas do Gerenciamento de Sobressalentes consiste em selecionarem-se os itens a serem incluidos no sistema, uma vez que o elevado número de sobressalentes geralmente torna dificil ao armador definir quais deverão ser incluidos no seu Sistema de Controle de Estoques e Sobressalentes a fim de reduzir seus custos.

Um método eficiente de solucionar este problema é através da utilização do principio da CURVA DE PARETO para itens sobressalentes ou, como também é conhecida da CLASSIFICAÇÃO ABC DE INVESTIMENTO EM ESTOQUE, a qual é ilustrada na figura a seguir.

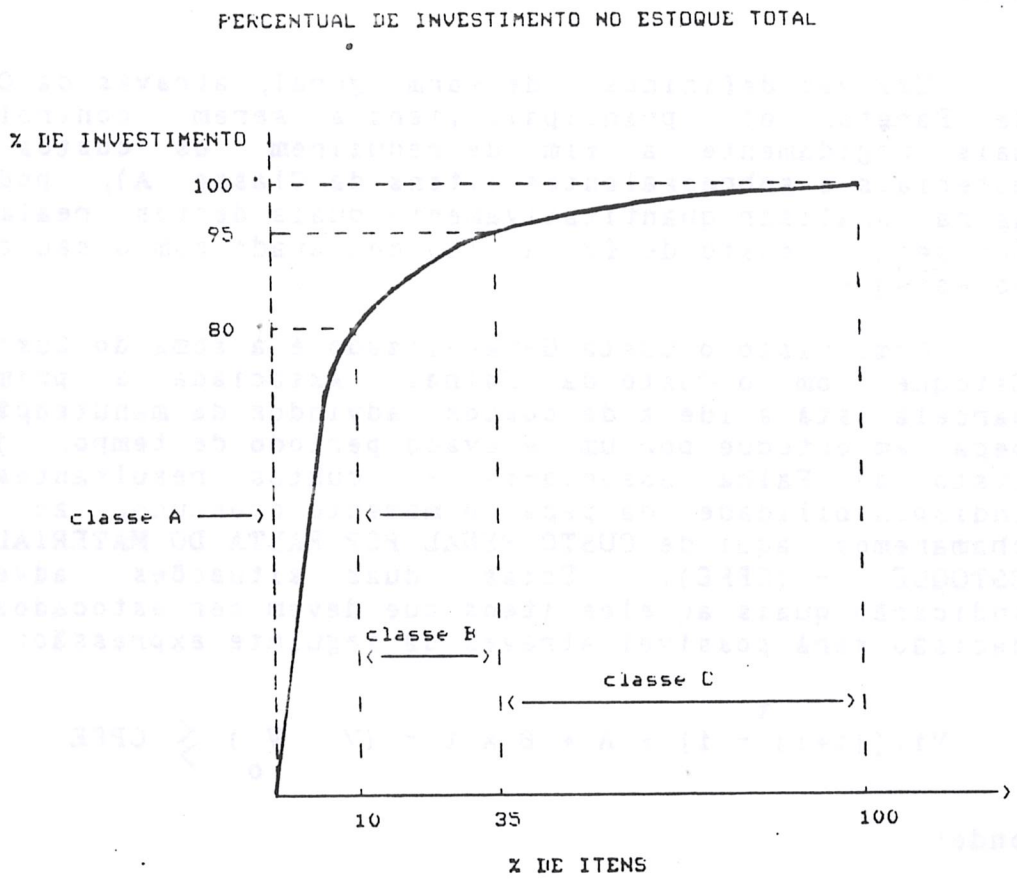


Figura 8 - Classificação ABC de Investimento em Estoque

Esta curva classifica os investimentos em estoque em três classes. Desta forma, aqueles itens que geram um maior investimento em estoque (CLASSE A) devem receber maior atenção. Em contrapartida, aqueles que exigem investimentos menores (CLASSE C) recebem apenas consideração rotineira. Através da Curva de Pareto pode-se notar que apenas uma pequena parte do estoque é responsável por parte substancial do investimento total em estoque.

Assim sendo, a aplicação de um controle mais rígido deve-se dar primordialmente nos itens da CLASSE A, bem como àqueles que embora de custo de aquisição e estoque não tão elevados, são de obtenção difícil, tais como os itens fora de linha ou sob encomenda, que podem vir a comprometer a performance dos navios.

METODO DE DECISÃO DE ITENS A ESTOCAR

Uma vez definidos, de forma geral, através da Curva de Pareto, os principais itens a serem controlados mais rigidamente a fim de reduzirem os custos com materiais e sobressalentes (itens da Classe A), pode-se agora analisar quantitativamente quais destes realmente apresentam custo de falha alto comparado com o seu custo de estoque.

Como visto o Custo Generalizado é a soma do Custo de Estoque com o Custo da Falha. Associada à primeira parcela está a idéia de custos advindos da manutenção da peça em estoque por um elevado período de tempo, já ao Custo da Falha associa-se os custos resultantes da indisponibilidade da peça no momento oportuno, ao qual chamaremos aqui de CUSTO PENAL POR FALTA DO MATERIAL EM ESTOQUE - (CPFE). Estas duas situações adversas indicarão quais aqueles itens que devem ser estocados. A decisão será possível através da seguinte expressão:

$$Vi.[(1+i)^{t} - 1] + A + B \times t - (V - V_{o}) \lessgtr CPFE \qquad (I)$$

onde:

O primeiro membro da expressão corresponde ao custo de imobilização de capital por unidade do item estocado, sendo que:

V_i : Valor de uma unidade do material

i : Mínima taxa atrativa de retorno para a empresa

t : Tempo médio estimado de estocagem do item em número de períodos de capitalização de i. Normalmente este período corresponde ao mês.

Determina-se este tempo considerando o tempo médio de saída do material, conhecido através dos registros do almoxarifado. Na falta destes últimos, podemos considerar o tempo a partir da vida útil estimada da peça.

A : Custo Administrativo de comprar uma unidade, incluindo transporte

B : Custo de Almoxarifado por unidade por período, em nosso caso mensal.

V : Valor do material no momento da sua utilização

V_o : Valor de compra do material (geralmente coincide com V_1)

CPFE : Custo Penal por Falta de Material em Estoques.

Segundo o resultado da expressão (I), estocaremos o material se o valor do primeiro membro da inequação for menor ou igual ao valor do segundo membro. Caso contrário, não se aconselha a estocagem.

Para calcular o Custo Penal por Falta de Material em Estoque (CPFE) podemos utilizar a seguinte expressão:

$$CPFE = CHIxh + CRA + CAC + CRI$$

Onde cada um destes fatores são respectivamente:

CHI: Custo de Horas Improdutivas

h: Tempo em horas até a chegada do material

CRA: Incremento de custo de conserto que poderá ocorrer se deixarmos funcionar o equipamento com a falha decretada até a chegada do material (Custo estimado em percentagem do custo normal)

CAC: Custo de Apressar a Compra do Material, pois nestas condições a peça é mais cara, já que a compra é feita em regime de urgência.

CRI: Incremento que poderá resultar de um reparo improvisado até a elaboração do definitivo (custo estimado em percentagem do custo normal)

PRINCIPAIS PARAMETROS DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUE

Após determinados os itens de maior influência nos custos de estoque e na operacionalidade dos navios, o correto planejamento, acompanhamento e controle do

Sistema de Controle de Estoque permitirà a definição de alguns parâmetros, que após a implantação da Estratégia de Manutenção deverão se alterar conforme se observa na figura a seguir.

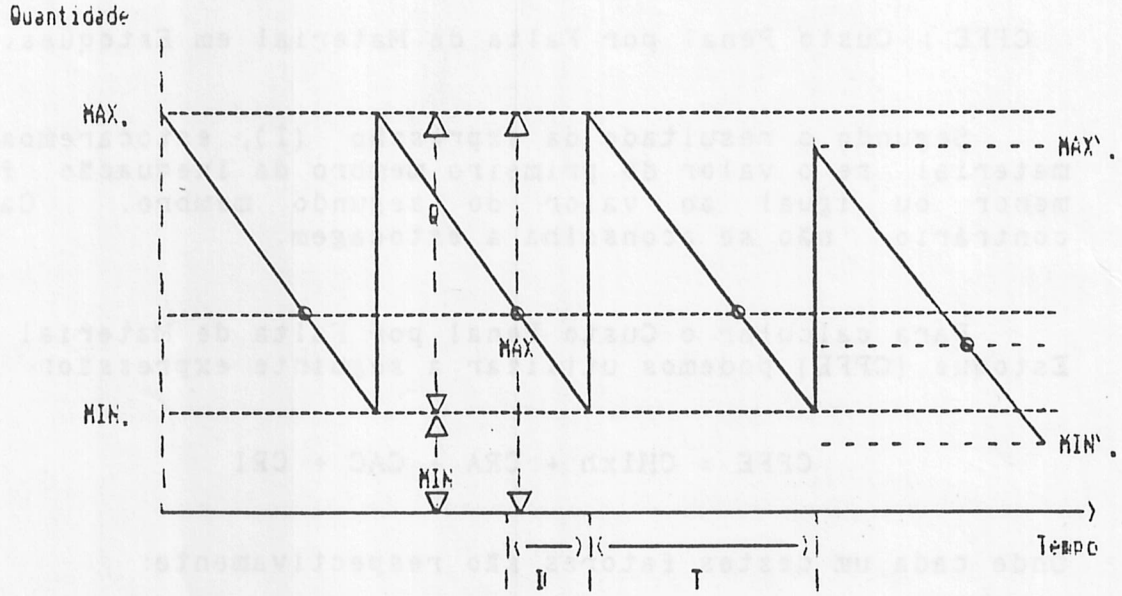


Figura 9 - Principais Parâmetros do Sistemas de Controle de Estoque

onde:

MIN.: Quantidade minima à ter em estoque sob condições normais (reserva de segurança)

MAX.: Quantidade máxima

MIN': Quantidade minima em estoque após a implantação do Sistema

MAX': Quantidade máxima após a implantação do sistema

c : Ponto de requisição

Q : Quantidade encomendada

D : Tempo de espera atè a entrega

T : Periodo de duração do ciclo completo (= intervalo de requisição)

5. GERENCIAMENTO DA DOCAGEM

Conforme já mencionado o surgimento de novas tecnologias aliado à mudança de filosofia das Sociedades Classificadoras e das autoridades, têm permitido aumentar cada vez mais o intervalo entre docagens. Tal fato, associado à constante solicitação dos navios, cuja indisponibilidade gerada pela docagem é sempre onerosa ao armador, tem ocasionado um grande esforço por parte dos armadores a fim de que o período de docagem seja o mais livre possível.

A racionalização da docagem exige um bom planejamento de todas as suas etapas e um controle apurado de custos e cronograma em todas as suas fases. A figura 10 apresenta as principais fases de uma docagem.

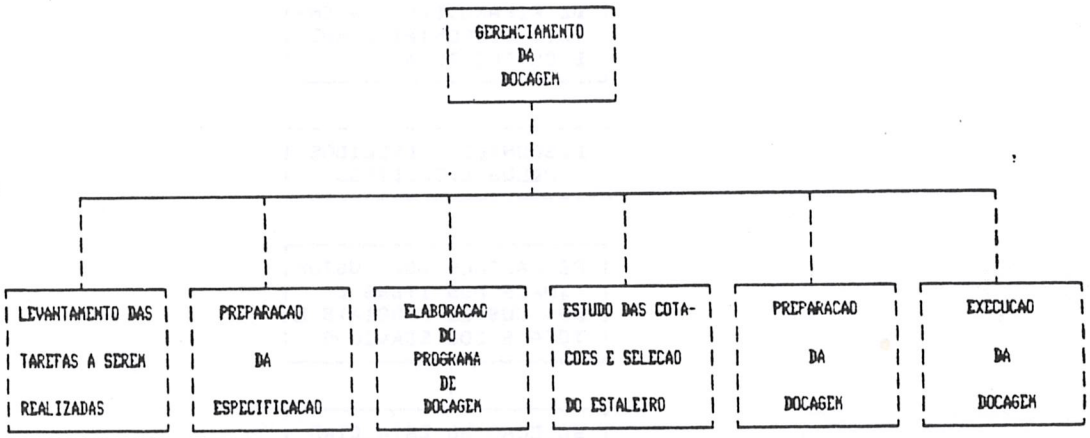
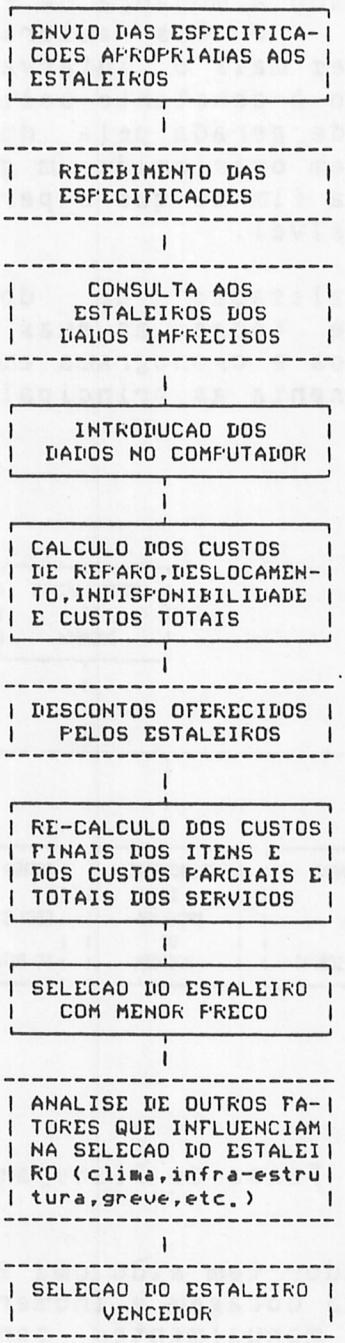


Figura 10: Fases do Planejamento de uma docagem

O computador tem sido uma ferramenta muito útil no planejamento da docagem e inúmeras atividades que ainda são realizadas manualmente, consumindo para isto muito tempo, podem vir a ser bastante agilizadas através do uso de sistemas computacionais. A figura 11 apresenta um exemplo de utilização do computador para a seleção do melhor estaleiro para docagem.

ROTINA DE SELECAO DO ESTALEIRO PARA DOCAGEM



Nota: As atividades dentro de campos com linha cheia podem ser automatizadas atraves de sistemas computacionais,diminuindo o tempo de selecao do estaleiro.

Figura 11 - Exemplo de aplicação do computador à docagem

Deve-se ressaltar que a docagem, assim com outras áreas, apresenta uma forte interrelação com demais áreas integrantes do Sistema, visto que necessárias informações de classificação, custos, nível de estoque, e do planejamento geral do navio para a execução de uma docagem com sucesso.

6. VISTORIAS E CLASSIFICAÇÃO

Assim como tem ocorrido na docagem, para o controle de classificação e vistorias estatutárias, devido ao grande número de itens classificados e a necessidade de, sempre que possível, compatibilizar as tarefas de classificação com as de manutenção, o computador tem sido cada vez mais utilizado. Através de sistemas computacionais bem eleborados, é possível coordenar as tarefas de manutenção planejada com as de vistoria e classificação, de forma a reduzir os custos de paradas, aberturas, inspeção e manutenção dos equipamentos.

A figura 12 apresenta as principais etapas de um Sistema de Planejamento e Controle de Vistoria e Classificação através do computador. Este sistema pressupõe a existência de um banco de dados com informações relativas às outras áreas a fim de que estas possam ser consultadas e comparadas com as datas de vistorias. A automatização deste sistema tem como vantagem adicional a possibilidade de a qualquer instante permitir ao armador verificar o estado de seus navios com relação à classificação, itens pendentes ou a classificar.

7. CUSTOS DE REPARO E MANUTENÇÃO

A forma de acompanhar, analisar e armazenar os dados de custos no banco de dados do histórico de manutenção do navio é de extrema importância para que estes possam vir a ser posteriormente utilizados nas fases de planejamento e controle. Pela sua própria natureza o custo é um dos mais significativos parâmetros que o armador dispõe para verificar a eficiência da manutenção e, por conseguinte, da operacionalidade de sua frota. Ocorre, no entanto, que se os custos não forem previamente analisados e associados aos fatos que os geraram, podem vir a perder seu valor como parâmetro de controle para o armador.

VISTORIA E CLASSIFICACAO

SITUACAO GERAL DO NAVIO QUANTO A CLASSIFICACAO

-STATUS DO NAVIO-

ANALISE DA SITUACAO DO NAVIO COM RELACAO AOS SEGUINTES ITENS:

- MAQUINAS
- CASCO
- BORDA LIVRE
- SEG DE EQUIPTO.
- SEG.DE CONSTR.
- DOCAGEM
- EIXO PROPULSOR
- CALDEIRA
- IOPP
- CLASSIF. ANUAL
- CAPIT.PORTOS
- outros

EMISSAO DE RELATORIO COM AS DATAS DA ULTIMA INSPECAO,DATA DE VENCIMENTO E Nr. DE PRORROGACOES DE CADA ITEM.

EMISSAO DE RELATORIO COM A RELACAO DE ITENS VENCIDOS OU A VENCER DENTRO DO PRAZO ESCOLHIDO.

CRUZAMENTO DOS ITENS VENCIDOS OU A VENCER DENTRO DO PERIODO ESCOLHIDO COM OS REPAROS CORRENTES E PREVENTIVOS CONSTANTES NO PROGRAMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENCAO.

EMISSAO DE RELATORIO COM OS ITENS DE CLASSIFICACAO E VISTORIAS QUE DEVERAO SER REALIZADOS E SUGESTAO DOS REPAROS PREVENTIVOS E CORRETIVOS A SEREM EFETUADOS PARALELAMENTE.

Figura 12 - Exemplo de Aplicação do computador à classificação

Novamente o computador torna-se extrema
uma vez que permite que após analisados e s
custos diretos e indiretos pelos diver
sistemas e equipamentos que os motivaram,
manuseados de forma a fornecerem ao armador
lhe serão extremamente úteis nas outra
Gerenciamento da Manutenção de Navios.

A Figura 13 apresenta um esquema d possíveis entradas e saídas de um Sistema de Gerenciamento de Custos.

8. CONCLUSÕES

Pode-se observar que ainda hoje em muitas empresas de navegação é possível reduzir sensivelmente os custos de manutenção pela adoção de uma Estratégia de Manutenção bem elaborada. Tal estratégia, no entanto, pressupõe a atuação em várias áreas importantes da atividade de manutenção dos navios, que por estarem fortemente interligadas refletem entre si as medidas implementadas em cada uma delas.

Embora algumas medidas apresentadas possam parecer a princípio de difícil implantação, a forma modular que se deu ao trabalho, dividindo-o em cinco áreas, permite que embora haja uma forte interrelação entre elas, o armador implemente-as também de forma gradual iniciando por aquela que a seu ver é mais necessária a sua empresa.

Desde que bem elaborada, o retorno do investimento na implantação e manutenção de uma estratégia de Manutenção é altamente compensador, não só em termos de redução de custos de manutenção como de aumento da eficiência da frota como um todo.

Um bom Gerenciamento de Manutenção tende a conduzir a um equilíbrio de esforços entre as atividades de nejamento, execução e controle de manutenção, o que ta na eliminação dos tão frequentes picos de nção, onde num mesmo período se superpõem várias s tais como docagens, classificação, atendimentos ina e aqueles devido à falhas imprevistas.

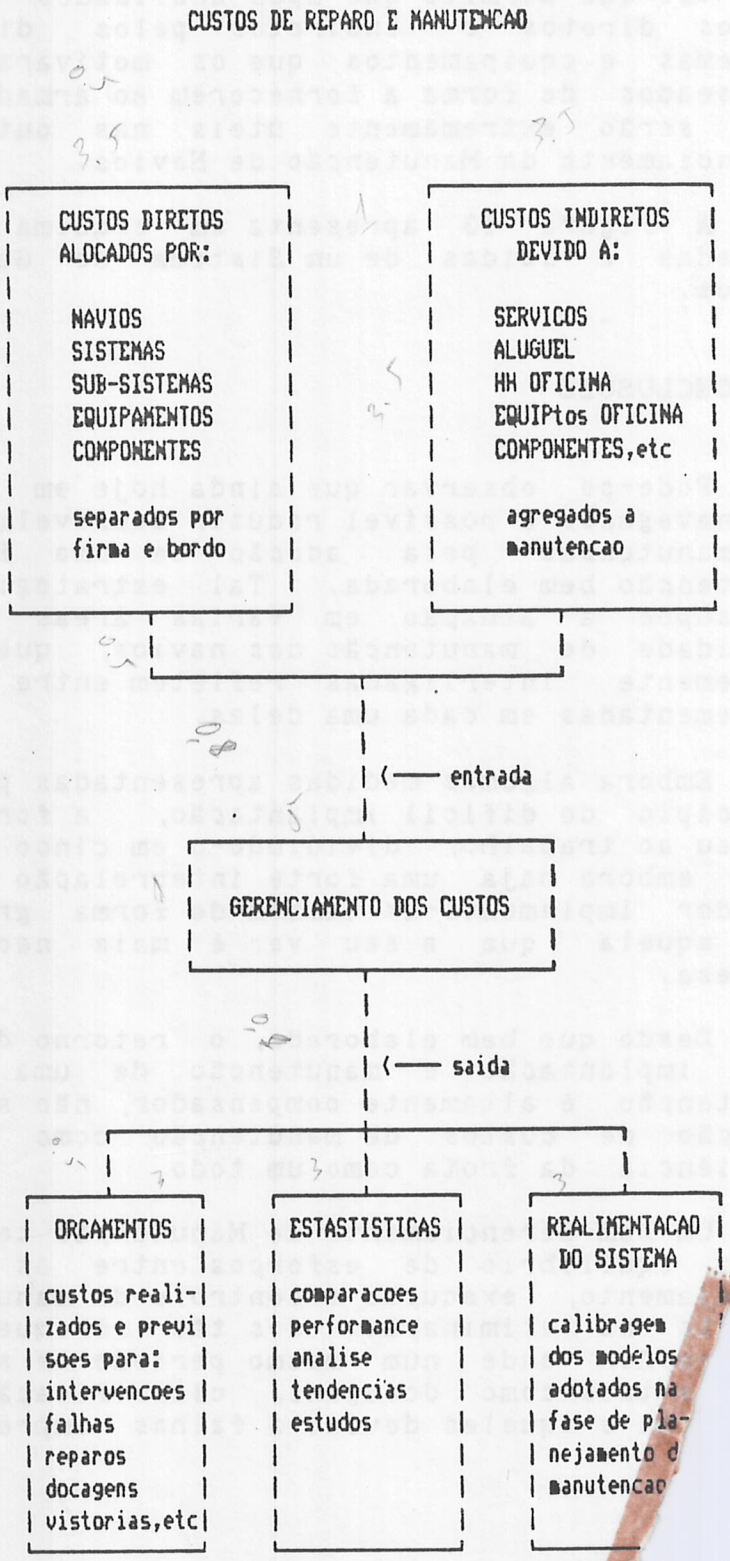


Figura 13 - Gerenciamento dos Custo Manutenção

9. BIBLIOGRAFIA

1. Um Modelo para Avaliação de Sistemas Alternativos de Planejamento de Manutenção de Navios - Barboza, C.A.S. e Pires JR., F.C.M. - XII Congresso Brasileiro de Engenharia Naval - Rio de Janeiro - out. 1988.

2. O Gerenciamento da Manutenção de Navios- Barboza, C.A.S. - TESE M.Sc. - COPPE/UFRJ - 1989.

3. Dimensionamento dos Estoques de Materiais e Peças para Manutenção - Alvarez, O. E - UFPB

4. Ship Maintenance - A. Quantitative Approach- S.SHIELDS, K. J. SPARSHOTT, E.A. CAMERON - INSTITUTE OF MARINE ENGINEERS