

Sistema integrado de manutenção do casco do navio

*Por Duperron Marangon Ribeiro
Carl Horst Albrecht*

1. Resumo

O artigo apresenta um sistema composto por um procedimento de medição de espessuras associado a uma metodologia de manutenção do casco cristalizada no "software" **Steel Work 3.0**.

O software permite realizar previsões de reparo e também executar simulações para avaliar-se a condição provável do casco no futuro, com base no passado. Para isto, faz uso de uma metodologia de extrapolação da corrosão apresentada na Referência 1.

A utilização do software é estimulada pela incorporação de ferramentas de uso comercial e gerencial formando um sistema que sistematiza e facilita o trabalho de engenheiros, técnicos, gerentes de manutenção e planejamento de empresas de navegação.

2. Introdução

Em razão do envelhecimento da frota e a crescente importância da proteção ambiental tornou-se fundamental exercer um controle melhor sobre a manutenção dos navios. Regulamentos recentes produzidos pelas S.C (Sociedades Classificadoras) por orientação da IACS e IMO demonstram esta preocupação.

Este sistema foi desenvolvido para sistematizar e ao mesmo tempo facilitar este controle. Ele integra um procedimento de medição de espessuras do casco e um software que condensa uma metodologia de manutenção do casco. Para estimular a sua utilização por parte dos armadores foram também incorporadas facilidades de uso comercial e gerencial.

O sistema tem como objetivos evitar acidentes, poluição e dias de "off-hire", reduzir o custo dos reparos, agilizar o delineamento e cotação dos reparos, concentrar as informações sobre a vida do navio (casco) e facilitar o planejamento técnico e comercial de operação e manutenção do navio.

Trata-se de um sistema especialista que possui interface gráfica amigável com modelagem geométrica detalhada da estrutura desenvolvida na Ref. 2. Sua arquitetura é baseada em eventos e interatividade.

3. Histórico

Em 1992 uma empresa de navegação necessitou de um estudo de avaliação da especificação de reparo produzida para uma grande obra a ser realizada em um navio "VLCC ore-oil".

Foi solicitado pela mesma que não fosse percorrido o mesmo caminho trilhado para a confecção da especificação original pois este procedimento conduziria à mesma conclusão.

Percendo-se então o elevado grau de subjetividade inerente ao processo convencional de elaboração das especificações de reparo do casco optou-se por elaborar uma sistematização que propiciasse uma maior objetividade nas decisões por substituição de partes do chapeamento.

A base para uma avaliação objetiva é o conhecimento da evolução dos defeitos encontrados do casco. Como a corrosão representa cerca de 90% dos problemas estruturais em petroleiros e minero-petroleiros, optou-se por procurar uma forma de prever sua evolução.

Embora seja do conhecimento público a grande dificuldade, ou praticamente impossibilidade de previsão da evolução da corrosão, foi demonstrado pela Referência 1 que uma aproximação pela média dos pontos medidos numa região produz resultados satisfatórios.

Alguns pontos corroem mais que o previsto, outros menos mas, na média é possível conhecer seu comportamento com a precisão adequada ao problema em questão. As variáveis são muitas quando se deseja uma previsão muito precisa e por isto mesmo torna-se impossível.

No entanto olhando-se por uma ótica macroscópica o problema torna-se uma extrapolação muito simples. Embora considere como hipótese básica que as condições que conduziram ao comportamento da corrosão continuem iguais, o que não é verdade, cabe salientar que se for mantido o tipo de operação do navio, estas variáveis poderão na maior parte dos casos ser consideradas constantes no longo prazo. Assim, a metodologia de extrapolação proposta aplica-se fundamentalmente à navios que não alterem seu perfil de operação como um navio para transporte de produtos claros que passe a ser usado para óleo cru.

Apesar desta lacuna, é possível prever-se que a utilização do software e a consequente base de dados que será formada, possibilitará prever o comportamento da corrosão inclusive nos casos de mudança no perfil de operação.

Enquanto o método convencional apontava para a necessidade de substituição de 560 ton de aço para o VLCC, a nova metodologia apontava para 1000 ton. Na efetiva realização da obra no início de 1993 foram substituídas cerca de 1000 ton !.

Até então não havia o software propriamente dito pois os cálculos eram executados em módulos improvisados.

Com o acompanhamento do projeto desde a elaboração da especificação de reparo até a cotação e equalização das propostas dos estaleiros, foi possível conceber uma ferramenta para facilitar todo o processo.

A utilização de uma versão mais simples do programa para elaboração da especificação de reparo e cotação de outro "ore-oil" possibilitou executar aperfeiçoamentos como o cálculo e cotação separada para andaimes que anteriormente deviam ser cotados no preço do aço. A cotação separada de andaimes melhorou a aceitação do software por parte dos estaleiros que mostraram-se refratários ao mesmo pois ficou tudo muito bem controlado ! Ressalva seja feita à Verolme que apreciou as facilidades oferecidas.

O desenvolvimento iniciou-se no início de 1992 e em julho de 1994 apresenta-se a versão 3.0 do software para microcomputadores PC compatíveis rodando em ambiente DOS.

3. O que mudou

Pela prática anterior adotava-se como critério de substituição de chapas aquelas que encontravam-

se com desgaste superior ao admitido pela Classificadora no momento da vistoria a despeito da história das mesmas. Chapas encontradas com desgaste próximo ao limite ficavam geralmente a critério da equipe de vistoriadores, não havendo um critério objetivo mas, apenas a experiência dos mesmos, assim como a disponibilidade de recursos e interesse do armador em fazer um reparo "melhor".

Nos critérios mais recentes das Classificadoras apresenta-se o conceito de chapas com desgaste excessivo como sendo aquelas cujo desgaste é superior a 75% do admitido para aquela região. No entanto é óbvio que uma região que se encontre nesta situação com uma idade de 10 anos está numa situação bem pior do que aquela que venha a atingir tal situação com 20 anos. Ora, a taxa de desgaste no primeiro caso é pior e portanto atingirá o limite num período inferior ao segundo caso.

Em contrapartida pela nova metodologia passa-se a levar em consideração o histórico da evolução da corrosão e portanto regiões cuja taxa de desgaste é mais elevada são substituídas por um critério racional para que não atinjam o limite durante o período desejado para operação do navio até o próximo reparo.

Da mesma forma, as regiões cuja taxa de corrosão mostra-se baixa podem não ser substituídas por se saber que apesar da proximidade do limite não o atingirão no período de operação.

Tanto o procedimento anterior quanto o novo fazem uso das medições de espessura para definir as substituições. No entanto, não haviam procedimentos de varredura adequados embora tenham melhorado com os novos requisitos das Classificadoras.

A nova metodologia possui um procedimento de medição de espessuras vinculado ao critério de substituição.

Mesmo os novos critérios das Classificadoras embora promovam varreduras adequadas não mantém registro de todos os pontos medidos mas apenas os valores médios. Assim são perdidas informações importantes para a fase de definição das substituições.

A sistematização do processo por si só é uma alteração significativa de abordagem do problema.

4. Conceitos Básicos

Os conceitos a seguir apresentados são desenvolvidos detalhadamente na Ref. 1.

O conceito básico apresentado na Ref. 1 é o de vida remanescente ou simplesmente **vida**. Trata-se do tempo que a chapa poderá permanecer no navio antes de atingir o limite de corrosão admitido pela Classificadora.

A vida é o parâmetro principal para a decisão sobre a substituição de chapas.

Ciclo é o período decorrido entre dois reparos periódicos do casco. Normalmente é de 5 anos.

Área de representatividade é a região em torno do ponto medido que é visualmente bem representada pelo mesmo. Este conceito é utilizado no procedimento de medição de espessuras.

Desgaste Permitido é o percentual de redução de espessura que a chapa pode sofrer devido à corrosão sem que perca suas funções estruturais ou fique sujeita à falhas. Alguns valores são estabelecidos pelas S.C. variando de acordo com as regiões, tipo de carga, espessuras adicionais de construção, coeficientes de segurança adotados, etc. São valores usuais 20, 25 e 30% de redução de espessura permitido.

Desgaste Admissível é um valor relativo ao Desgaste Permitido. Varia portanto entre 0 e 100%. Este desgaste estará presente nas chapas cuja vida útil coincidir com a do casco pois atingirão o desgaste permitido ao final da vida do navio.

Baseando-se nesse conceito pode-se deduzir a curva de desgaste - Fig.1. Esta curva prevê a corrosão percentual ao longo da vida da chapa para que ao final da vida do navio ela atinja 100% do desgaste máximo permitido de 20, 25, 30% ou outro valor, conforme o estabelecido pela S.C.

Se em determinado tempo de vida da chapa o desgaste for superior ao da curva da Fig. 1, então sabe-se antecipadamente que atingirá o limite de corrosão antes da vida esperada para o navio como um todo. Por outro lado, também pode-se inferir que se em determinado momento ela está abaixo da curva, então, provavelmente sua vida útil será superior à do navio.

Este conceito é importante durante as medições de espessura para reduzir o volume de trabalho. Este fato pode ser concluído observando-se o item "p" do procedimento de medição de espessuras apresentado adiante no tópico 6.

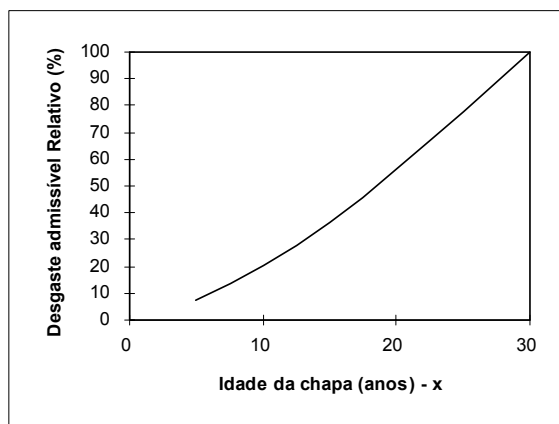


Fig. 1 - Desgaste admissível relativo ao máximo desgaste permitido para a região segundo a Sociedade Classificadora (normalmente 20, 25 ou 30%) Este gráfico é conclusão imediata da Fig. 2 da Ref. 1.

Desgaste crítico é o percentual relativo ao desgaste permitido tal que as regiões que se encontrem com este percentual apresentarão corrosão superior ao desgaste permitido antes do fim do ciclo seguinte. Entenda-se por ciclo seguinte aquele que ocorrerá após o reparo do ciclo presente. A curva a ser considerada na Fig. 2 é aquela cuja vida remanescente é igual ao tempo desejado para o ciclo seguinte.

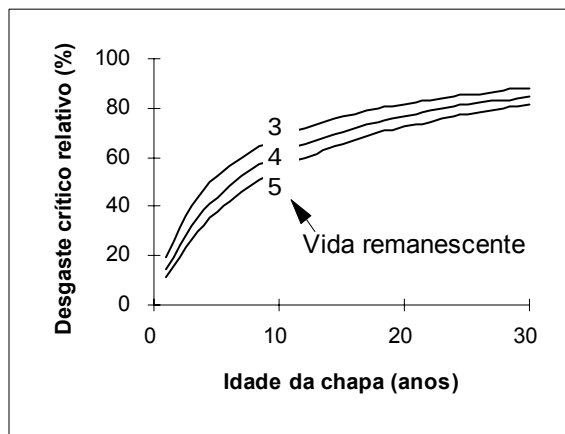


Fig. 2 - Desgaste crítico relativo ao máximo desgaste permitido para a região segundo a Sociedade Classificadora (normalmente 20, 25 ou 30%) Este gráfico é conclusão imediata das Figs. 3a, 3b e 3c da Ref. 1.

Assim sendo, o que se deseja é que o reparo do ciclo presente não deixe chapas com desgaste superior ao crítico, ou seja, todas as chapas com desgaste superior ao crítico devem ser reparadas.

O conceito de desgaste crítico é necessário para que durante os trabalhos de medição de espessuras seja aplicada uma malha mais fina nas regiões a serem substituídas e/ou pintadas, permitindo assim um delineamento mais preciso.

5. Atualização dos escantilhões mínimos

O software é dedicado a um navio e sua estrutura é toda digitalizada e incorporada ao banco de dados do programa. Este procedimento foi adotado pois este trabalho de digitalização consome muito tempo e constata-se que os usuários normalmente não dispõem de tempo disponível para executá-lo.

Antes da digitalização, é fundamental para os navios mais antigos, que seja feita uma reavaliação dos escantilhões mínimos admitidos junto à S.C.

Este procedimento propicia uma economia substancial quando da realização da obra por permitir a colocação de chapas novas mais finas e principalmente por evitar que muitas chapas sejam substituídas.

Em casos específicos cálculos racionais podem também contribuir para uma economia substancial na troca de chapas.

6. Procedimento de medição de espessuras

Com o decorrer da aplicação do sistema integrado de manutenção do casco, percebeu-se que a imprecisão e insuficiência dos dados contidos nos relatórios de medição de espessura por ultra som prejudicavam o procedimento como um todo. A fim de resolver esse problema foi desenvolvida uma metodologia de medição de espessuras.

O procedimento de previsão da evolução da corrosão foi primeiramente aplicado ao VLCC 270.000 TDW. Neste navio mediu-se a espessura em cerca de 18.000 pontos e mesmo com esta quantidade enorme de medições, muitas regiões estavam completamente descobertas pela malha de pontos e, portanto, suscitando dúvidas a respeito de sua condição. Era frequente a grande concentração de medições em regiões consideradas críticas e em contrapartida, nas

regiões consideradas menos suscetíveis à corrosão não havia uma medida sequer.

Um aspecto muito importante observado no VLCC 270.000 TDW é que as medições de espessura se não associadas a áreas de representatividade podem induzir erros de superestima das áreas a serem reparadas. Isto ocorre porque o operador de ultra som tende a medir os pontos com maior grau de desgaste e muitas vezes estes pontos não são representativos da região em que se encontram.

Em razão dessas e de outras dificuldades, percebeu-se a necessidade de desenvolvimento de um procedimento de medição de espessuras que permitisse minimizar as regiões desconhecidas para aumentar a confiabilidade dos resultados finais. Apenas para ilustrar, no caso do VLCC 270.000 TDW, essa imprecisão relativa a previsão de troca de chapas, da ordem de 25% implicava em dúvidas de cerca de 15% do valor total da obra (US\$ 1.500.000,00), valor que poderia inviabilizar a obra.

Os principais objetivos da malha de pontos medidos são: delinear as regiões com desgaste, o tipo de corrosão (uniforme, concentradas ou pittings) e ainda manter um registro da situação e da evolução da condição do casco nas diversas regiões, inclusive as que não apresentam desgaste.

O procedimento de medição de espessuras é feito de forma a propiciar uma varredura adequada para a utilização do sistema.

Regiões cujo tratamento pelo sistema poderia ser comprometido em razão de variações nas condições de contorno são mantidas sob controle por este procedimento. A título de exemplo, podemos citar que o ítem "s" garante que regiões que tenham sua taxa de corrosão acelerada pela substituição de chapas adjacentes sejam novamente mapeadas.

Considerando-se os aspectos apontados acima, foi desenvolvida a metodologia apresentada a seguir:

Procedimento de Medição

a - Deve primeiramente ser realizada uma vistoria do tipo "close-up", ou seja, o inspetor chega tão próximo do local a ponto de poder tocá-lo. Esta inspeção permite executar-se uma dupla verificação ("cross checking") das regiões comprometidas com alto grau de corrosão.

b - Todas as chapas devem ter pelo menos dois pontos medidos em vértices opostos e não coincidentes com os vértices das chapas adjacentes.

c - Todos os reforços longitudinais e prumos de anteparas transversais devem ter pelo menos três pontos medidos : um em cada extremidade, onde o inspetor tem também a oportunidade de verificar a ocorrência de trincas - frequentes nas extremidades - e a região próxima ao bordo do escalope onde há maior tendência de corrosão. Um no meio do comprimento, sempre ao lado do cordão de solda próximo ao chapeamento. Enquanto os pontos tomados nas extremidades devem representar os problemas ali presentes, o ponto no meio do vão deve representar a maior parte do reforço longitudinal. Atenção especial deve ser dada a parte horizontal dos reforços, a qual tende a acumular resíduos e sofrer maior corrosão.

d - As anteparas longitudinais e transversais, costado, fundo e teto do duplo fundo, convés, tampas e braçolas de escotilha devem obedecer ao procedimento "b" para cada chapa que lhes compõem. As anteparas limite de tanque deverão ser medidas pelos dois lados porque o inspetor deve ter a oportunidade de ver as duas faces da chapa pois o ataque e, portanto, o desgaste pode variar de tanque para tanque.

e - As cavernas deverão ter pelo menos 9 pontos medidos na alma, 3 na região superior, 3 na região próxima ao fundo e 3 na região intermediária, sempre próximos aos cordões de solda de topo alma/alma; e 4 nos flanges, no meio do vão, somente nas partes horizontais e próximo ao cordão de solda se houver.

f - As borboletas devem ter tratamento semelhante às chapas, contando-se que tenham apenas dois lados soldados.

g - Quando qualquer fratura é observada, deve ser relatada e claramente registrada no croqui. O ponto de espessura medido mais próximo deve conter uma observação que cite tal fratura na tabela de espessuras a ser produzida ao término das medições. O mesmo procedimento deve ser adotado no caso de outras falhas como flambagem, cordões de solda corroídos, etc.

h - Furos devem ser registrados como pontos de espessura zero.

i - Em regiões onde o desgaste for superior ao crítico, retirado da Fig. 2, deve ser feita a medição com malha de pontos com célula de 1 metro. Além disso, os reforços nesta região deverão ser medidos com malha semelhante se estiverem desgastados ou deverão ter um ponto com a respectiva região de representatividade caso se encontrem em bom estado.

j - Em regiões cujo desgaste seja inferior ao crítico a área de representatividade do ponto medido deve ser registrada no croqui da região.

k - Em regiões onde haja alternância entre pontos mais e menos desgastados muito próximos, devem ser considerados como representativos aqueles com maior desgaste.

l - Os "pittings" devem ser identificados com círculos em torno do ponto medido. Estes círculos representam a área de representatividade deste ponto. Além disso, outro ponto com a espessura típica da região deve ser medido ao lado do "pitting". Furos devem ter tratamento semelhante se forem resultantes de "pittings", caso contrário, devem ser mapeados como descrito em h.

m - Os "belts" (leituras formando um anel completo em seções transversais do casco do navio) e demais requisitos da sociedade classificadora devem ser cumpridos.

n - Os furos de dreno ou de passagem de cordão de solda (escalopes) devem ter pelo menos um ponto medido ao seu lado.

o - Os croquis a serem utilizados durante as medições de espessura devem ser rigorosamente iguais aos usados para vistoria "close-up" (um para estrutura e outro para pintura - ambos iguais) de forma a facilitar a comparação dos resultados da medição com o exame visual. Nesses croquis deverão ser previamente registradas as áreas renovadas com respectivas data e espessura de troca.

p - Se uma determinada região apresentar desgaste inferior ao valor retirado do gráfico da Fig. 1 então não precisará ser medida no ciclo seguinte.

q - A atenção do inspetor deverá abranger todas as regiões do casco, a fim de que possa detectar visualmente e medir regiões com desgaste acentuado.

r - O navio deverá ser totalmente mapeado seja por malha de células de 1m, seja por áreas de

representatividade. Assim sendo, todo e qualquer elemento estrutural (chapas, reforços, borboletas, etc) terá sua área completamente conhecida por suas respectivas malhas de pontos ou áreas de representatividade. Caso não seja possível cobrir totalmente a área dos elementos, aplicando-se o procedimento descrito nos tópicos anteriores, então pontos adicionais poderão ser medidos para que novas áreas de representatividade possam ser criadas.

s - As regiões adjacentes a áreas substituídas devem ser necessariamente medidas no ciclo seguinte. Normalmente as chapas substituídas funcionam como catodos e as remanescentes como anodos.

7. Critério de substituição de chapas

Após a aplicação do procedimento de medição de espessuras por ultra som têm-se disponível um mapeamento de pontos para que se decida sobre os reparos a serem realizados. Esta malha é mais densa nas áreas mais corroídas para que haja maior precisão na determinação das áreas de troca.

O software calcula a vida de cada ponto medido através da formulação apresentada na Ref. 1 e apresenta os resultados codificados por cor. Na sua escala de cores que vai do vermelho ao verde, reserva a faixa do vermelho para as vidas menores. Assim por inspeção visual, ajustando-se a legenda de cores de forma a destacar a faixa de interesse, torna-se muito simples selecionar as áreas de reparo.

O software faz automaticamente uma previsão do volume do reparo. Para o delineamento fino, o usuário define áreas clicando os vértices da mesma no desenho apresentado no vídeo, sem ter que preocupar-se com cálculos de peso, área, escantilhões, etc.. pois estes são calculados pelo programa. Pode portanto concentrar-se nos aspectos importantes apresentados a seguir

Quando um único ponto com vida remanescente menor que a desejada é encontrado isolado não há necessidade de maior preocupação, pois a sua volta a chapa está em boas condições, se assim não fosse, haveria uma malha com células de 1m cobrindo a região. Assim, não haverá necessidade de substituição de chapa neste local. Se este ponto tiver espessura nula, caso de um alvéolo profundo que atravessa a chapa, o reparo por solda poderá ser considerado como opção.

Quando estão juntos dois pontos com vidas remanescentes insuficientes delimitando uma região de no máximo $2m^2$, então a colocação de reforçador(es) pode ser avaliada dependendo da região. Não seria a solução conveniente em porões de carga, onde poderia interferir com a estiva da carga, mas pode ser adequada para tanques de óleo. Três ou mais pontos juntos com desgaste acentuado, torna a substituição da área inevitável.

Quando cores de maior vida aparecem entre os pontos de vida insuficiente então deve ser feita uma avaliação da conveniência ou não da troca de toda a área. Deve ser lembrado que não é tecnicamente adequado fazer um xadrez no reparo (substituição de vários pequenos pedaços de chapa uns próximos dos outros), pois isto causa um acúmulo de tensões residuais e uma diferença de potencial entre a chapa nova, recém pintada, e as antigas o que acelerará a corrosão nas regiões adjacentes. Além disso, o aumento do custo da mão de obra e de consumíveis de soldagem poderá superar a economia em peso de aço.

A programação do reparo deve procurar fazer coincidir o corte com as bainhas e topos das soldas originais e evitar superposição com os reforços. A distância do reforço deve ser de no mínimo 150 mm para facilitar a soldagem. Se a chapa em questão estiver cruzando uma antepara, é conveniente que a ultrapasse em pelo menos 300 mm. O corte deve ter as quinas adoçadas por raios de curvatura (mínimo 100 mm) de forma a evitar a concentração de tensões nestas regiões.

Deve ser lembrado que pequenas regiões, com cerca de $1 m^2$ podem ter sua resistência local recuperada através da colocação de reforços ao invés da substituição.

Outro artifício possível é o tratamento e pintura de regiões extensas cuja vida remanescente seja cerca da metade daquela requerida pelo armador. De maneira geral, podemos dizer que o tratamento e pintura adequados dobram a vida da chapa. Deve-se observar que o tratamento anterior à pintura deve ser de jateamento para que seja obtido o efeito desejado. Este procedimento não é adequado às regiões que sofram grande abrasão, como porões de graneleiros. Evidentemente, o tratamento só deve ser usado quando o preço do peso de aço seja superior ao do tratamento, considerando-se também as limitações de área

mínima para tratamento e pintura normalmente impostos pelos estaleiros de reparo.

A metodologia de marcação dos perfis deve ser idêntica à das chapas.

8. Facilidades do software

Devido à complexidade do software, somente seu manual pode descrever todas suas facilidades. Alguns aspectos são aqui abordados para dar uma noção do funcionamento do mesmo.

Armazenamento (Data Book) de todos os defeitos -vide Fig. 3 -(corrosão, fraturas, etc...) ocorridos, assim como os reparos -vide Fig. 4- executados ao longo da vida do navio. Armazena também os resultados das vistorias, relatórios e fotografias -vide Fig. 5.. Produz o "Executive Hull Summary" que é solicitado pelos novos regulamentos das Classificadoras.

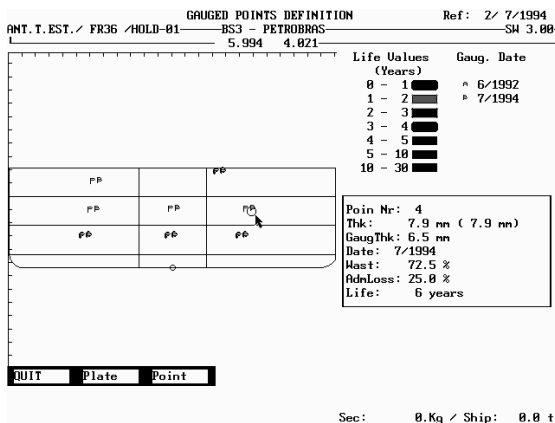


Fig. 3 - Indicação dos pontos medidos com seta apontando para o ponto cujas informações estão apresentadas no lado direito.

Interface gráfica amigável para delineamento dos reparos que permite executar em poucas horas o delineamento completo de um reparo estrutural, calculando automaticamente pesos, áreas, volume de andaimes e demais dados a serem fornecidos aos estaleiros para cotação de preços. Vide Figs. 6, 7, 8 e 11.

Interface amigável para cotação de preços. O estaleiro recebe apenas um disquete com o sistema contendo todas as informações necessárias para que possa cotar seus preços. A resposta padronizada retorna no mesmo disquete e a equalização e comparação de preços é automática e imediata. Vide Fig. 9.

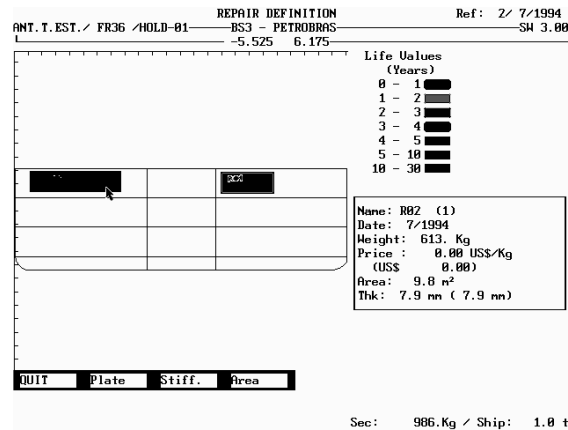


Fig. 4 - Representação das áreas selecionadas para substituição com seta apontando região cujas informações estão apresentadas no lado direito.

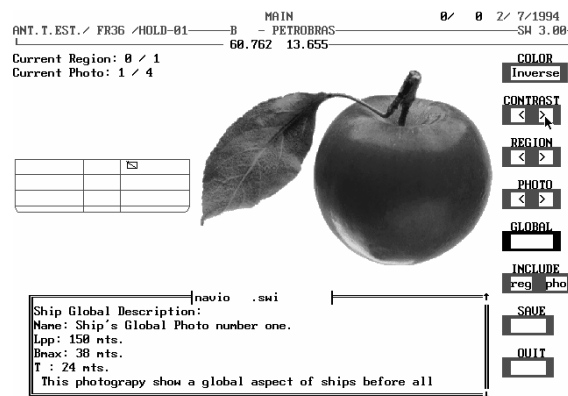


Fig. 5 - Tela apresentando uma fotografia associada ao desenho no lado esquerdo e ao texto na parte de baixo.

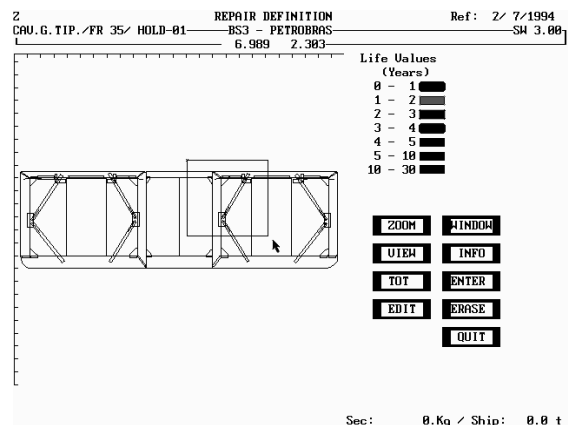


Fig. 6 - Seção transversal mostrando região selecionada para zoom.

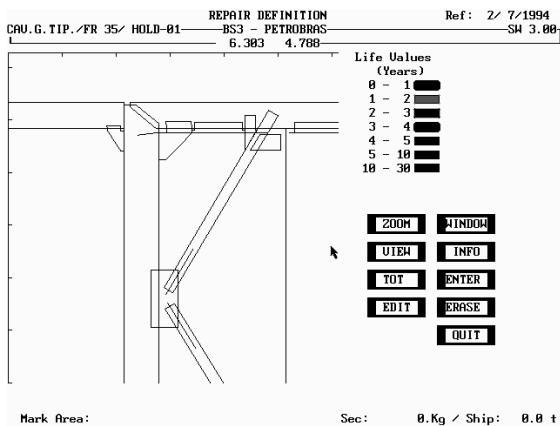


Fig. 7 - Zoom selecionado na Fig. 6.

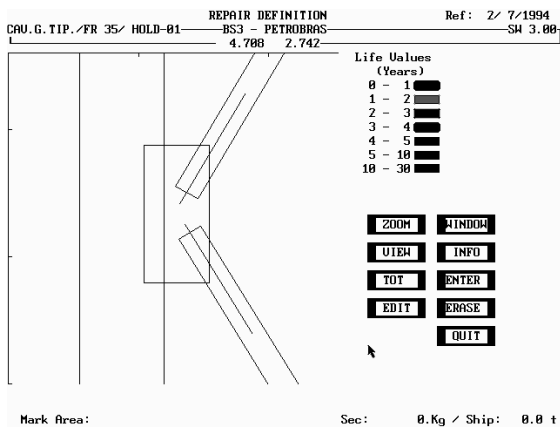


Fig. 8 - Outro zoom aplicado sobre a ampliação anterior da Fig. 7. Praticamente qualquer nível de detalhamento estrutural pode ser visto.

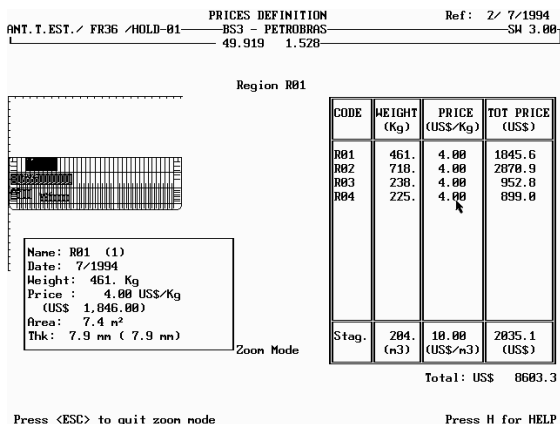


Fig. 9 - Tela de cotação de preços. Os dados da área selecionada são apresentados no quadro à esquerda enquanto a introdução dos preços é feita na tabela à direita.

Sistema de apoio à decisão. Permite que sejam feitas estimativas do volume de obras a ser realizado numa data qualquer, presente ou futura, para que o navio opere sem falhas ou reparos por um tempo definido pelo Armador. Permite assim planejar e avaliar a viabilidade técnico/comercial de operação do navio. Para tal o software faz uso de um processo para previsão da evolução da corrosão e um critério de substituição de chapas ou opcionalmente utiliza os critérios convencionais das Sociedades Classificadoras.

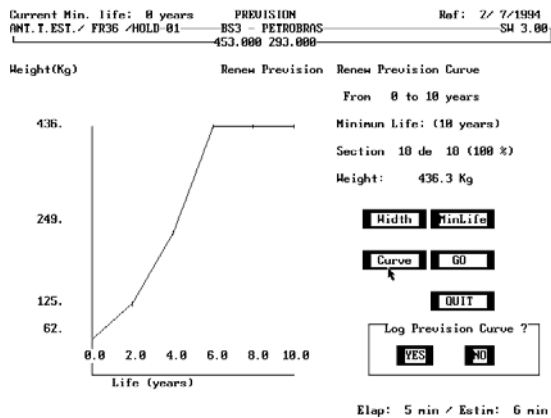


Fig. 10 - Curva de previsão do volume de reparos necessários para períodos de operação entre 0 e 10 anos.

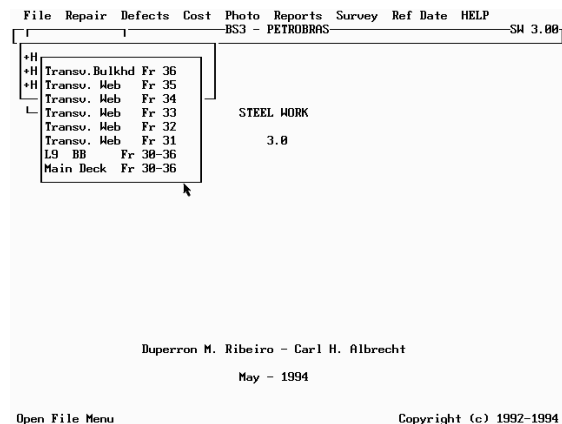


Fig. 11 - Todo o sistema funciona por "pop down" menus.

9. Desenvolvimentos futuros

As análises convencionais por elementos finitos consideram normalmente os escantilhões originais de construção. Com a interface do SW com um programa de elementos finitos, atualmente em desenvolvimento, será possível avaliar racionalmente com grande refinamento a condição da estrutura real.

Todas as decisões que atualmente são tomadas pelo usuário poderão ser conduzidas pelo software.

Com a intensificação do uso do software e consequente enriquecimento do banco de dados será possível prever a evolução da corrosão média mesmo sem o conhecimento da história passada.

10. Referências

[1] - Ribeiro, D. M. - "Metodologia de Manutenção Preditiva do casco do navio" - COPPE /UFRJ, Rio de Janeiro, 1993.

[2] - Albrecht, C. H. - Desenvolvimento de uma interface gráfica para a geração da forma do casco utilizando o método dos elementos finitos. - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1992.