

## Introdução

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a importância da qualidade da manutenção preventiva em navios. O foco principal será a manutenção preventiva em navios.

Foi idealizado e construído a partir de inquietações e interrogações, a respeito da manutenção preventiva no campo de trabalho em navios petroleiros.

Para discutirmos melhor o assunto, o trabalho será pautado em pesquisas na Internet e livros na área de Engenharia Naval, Engenharia de Produção entre outras. Além disso, consultas a revistas específicas da área naval, tal como revista Pesquisa Naval, Informativo O Pórtico entre outras. Assim como web bibliografia. Trata-se de uma pesquisa descritiva, cujo cunho é o qualitativo. O método qualitativo segundo Minayo é:

**A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser qualificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. (1999, p.21)**

O trabalho foi dividido em três capítulos. No primeiro capítulo será realizado um breve histórico do início da indústria naval brasileira, o surgimento dos primeiros estaleiros, e os desafios enfrentados para o fornecimento de matéria prima para a construção de navios.

No segundo capítulo apresentaremos o conceito de manutenção preventiva, os tipos de manutenção, e o que isso acarreta na produtividade do trabalhador naval.

No terceiro capítulo apresentaremos a importância de uma manutenção preventiva, como ferramenta na qualidade de vida no trabalho. Assim como, uma análise crítica a fim de que, se for bem executada a

manutenção preventiva, o fornecimento de materiais sobressalentes para as embarcações marítimas, será diminuído.

## Capítulo I: Os Primórdios da Indústria Naval no Brasil

“... e do Brasil virá também o galeão chamado Padre Eterno, que se faz no Rio de Janeiro, e é o mais famoso baixel de guerra que os mares jamais viram”. A gazeta mensal lisboeta trazia a notícia acima fechando a edição de março de 1665. O periódico de Antônio de Souza de Macedo, secretário de estado do Reino de Portugal, se referia ao barco de 53 metros (m), que deslocava 2 mil toneladas (t), com um mastro feito num só tronco de 2,97 m de circunferência na base. O navio começou a ser construído em 1559 a mando do governador da capitania do Rio, Salvador Correia de Sá e Benevides, na Ilha do Governador, em um local conhecido como Ponta do Galeão (onde fica hoje o Aeroporto Internacional Tom Jobim). Militar e político português, dono de engenhos e currais, Sá fez o mais potente galeão que pôde para evitar depender da proteção das frotas do governo ao se aventurar no comércio pelos mares.

Para confecciona-lo, Sá mandou vir técnicos da Inglaterra, embora os mestres e artesãos coloniais tenham feito a maior parte da embarcação com a ajuda da mão de obra indígena, segundo conta o professor de história do Brasil na Universidade de Sorbonne, em Paris, Luiz Felipe de Alencastro em O trato dos viventes – Formação do Brasil no Atlântico Sul (Companhia das Letras, 2000).

O Padre Eterno passou por Lisboa em novembro de 1665 e causou forte impressão no Reino e nas embaixadas europeias. Ficou conhecido como o maior barco da época. Alencastro, entretanto, registra que o sueco Kronan, de 2.200 t, e o francês Soleil-Royal, de 2.500 t, eram maiores.

O galeão brasileiro usava madeiras nativas leves e era fácil de manobrar, característica importante nas frequentes batalhas navais. Essas vantagens não foram suficientes para evitar seu naufrágio alguns anos depois no oceano Índico, em data e circunstâncias desconhecidas. O Padre Eterno foi o expoente de uma indústria importante no Brasil Colônia até o final do século XVIII.

Já em 1550, o primeiro governador-geral do Brasil, Tomé de Souza, mandou instalar oficialmente em Salvador uma empresa de conserto e fabricação de embarcações.

Os portos brasileiros eram frequentados não apenas por razões comerciais, mas pela necessidade de se fazer reparos em navios depois de longos meses no mar. Os portugueses dominavam a arte de construir todos os tipos de barco e de criar outros, como as caravelas, e foi essa indústria uma das responsáveis pela epopeia das grandes navegações naquele período. Tal sucesso foi facilitado pela padronização que os portugueses adotaram das proporções e medidas dos vários modelos de navio, feita pelo estaleiro lisboeta Junta das Fábricas da Ribeira. O livro das traças (1616), de Manuel Fernandes, por exemplo, trazia desenhos detalhados de 20 tipos de barco, segundo conta o engenheiro Pedro Carlos da Silva Telles no livro História da construção naval no Brasil (Fundação Estudos do Mar, 2001).

Os projetos de construção eram levados a cabo de modo quase inteiramente empírico até meados do século XVIII. Pouco se sabia sobre estabilidade, durabilidade de materiais e resistência às ondas e aos ventos. “O único suporte científico eram rudimentos que datavam das experiências de Arquimedes na Antiguidade”, explica Telles, hoje professor aposentado da Universidade Federal do Rio de Janeiro. “Não havia engenheiros para projetar e orientar a construção e era preciso trazer mestres de Portugal.” Esses mestres vinham para a Bahia e o Rio, na maioria das vezes. No final do século XVI, o governo de dom Francisco de Souza deu caráter oficial ao estaleiro da Ribeira das Naus, de Salvador, que já funcionava desde antes, com Tomé de Souza.

Em 1650, uma carta régia estabelecia que se deveria lançar ao mar anualmente pelo menos um galeão de 700 a 800 t. A tonelada correspondia à capacidade que o navio tinha de transportar tonéis. Segundo Telles, um navio de 100 t daquela época teria um deslocamento carregado de cerca de 250 t, segundo se entende hoje. A qualidade e abundância das madeiras brasileiras contribuíram para a forte atividade da construção naval da época.

Outros estados construíram estaleiros para construção e reparos de barcos no Brasil Colônia. Mas depois de Salvador foi o Rio que construiu mais navios. Em 1666 foi fundada na Ilha do Governador uma fábrica de fragatas.

Do mesmo lugar de onde saiu o Padre Eterno foram feitos outros barcos que orgulharam os reis portugueses, como a fragata de guerra Madre de Deus e um grande navio, a Capitânia Real.<sup>1</sup>

No final do Império, estavam em marcha significativas alterações na vida econômica do país com a expansão da economia cafeeira paulista, que se estava expandindo para o Oeste, formando o mais dinâmico complexo agrário exportador do país.

Em outras regiões, estavam-se consolidando os complexos regionais, como a borracha no Norte, a erva-mate no Sul e o couro no Extremo Sul, além dos seculares complexos do algodão e do açúcar no Nordeste. Houve uma transferência do centro econômico dinâmico do Rio de Janeiro, que expande o capital comercial para São Paulo, diversificando-se para o industrial (Cano 1990). Na construção naval, dois eventos irão contribuir para reduzir suas atividades nas primeiras décadas da República: a falência do Estaleiro Ponta da Areia, o maior da região, e o encerramento temporário da construção de novas embarcações nos Arsenais de Marinha do Rio de Janeiro. Como essas duas indústrias funcionavam como motrizes no aglomerado, o recuo de ambas promoveu uma redução das atividades dos estaleiros localizados na Saúde e na Prainha, o que não significou o seu desaparecimento, pelo contrário, abriu espaço para novos estaleiros se consolidarem.

### **1.1 - Surgem os Primeiros Estaleiros**

A indústria da construção naval pesada foi instalada no Brasil no bojo do Plano de Metas, incluído na Meta 28, a partir da vinda do Estaleiro Ishibrás,

---

<sup>1</sup> <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/os-primordios-da-industria-naval-no-pais>, acesso 13/02/2012 as 19h35min.

de origem japonesa, e do Estaleiro Verolme, de origem holandesa, para o Estado do Rio de Janeiro.

O financiamento da Meta 28 foi possível mediante a aprovação da Lei n. 3.381, de 24 de abril de 1958, que criou o Fundo da Marinha Mercante (FMM) e a Taxa de Renovação da Marinha Mercante (TRMM). Os recursos dessas duas fontes arrecadoras, depositados no Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), eram administrados pela Comissão da Marinha Mercante (CMM), que arquitetou os planos de estímulo à construção naval. Outro fator determinante foi a disponibilidade, no mercado nacional, de aço e componentes elétricos, ofertados pelas recém-inauguradas siderúrgicas estatais e pela indústria eletro-metal-mecânica. Foram incluídos nos planos de estímulo à construção naval pesada duas grandes multinacionais, Ishibrás e Verolme, e os seguintes estaleiros de capital nacional: Estaleiro Só, fundado em 1850, o Estaleiro Caneco, 1886, o Estaleiro Mauá, 1907, e o Estaleiro EMAQ, 1914, todos de capital nacional, sendo que o primeiro se localizava no Rio Grande do Sul e os demais, no Rio de Janeiro. O estaleiro Mauá, foi fundado pelo Barão de Mauá, na localidade de Ponta da Areia, em Niterói (Rio de Janeiro). Construído com grande mobilização de recursos privados de terceiros – nacionais e internacionais –, assim como todos os demais projetos do Barão de Mauá.<sup>2</sup>

O bom desempenho da indústria da construção naval está associado ao desenvolvimento da Marinha Mercante, que, por sua vez, está condicionado ao fluxo mercantil gerado pelo sistema nacional de economia (List 1986). O aumento na participação da frota mercante nacional no longo curso e a constante modernização da frota destinada à cabotagem reatavam no aumento das encomendas aos estaleiros. Esse foi o mecanismo, amparado pelas políticas públicas de proteção e financiamento, que possibilitou ao Brasil chegar aos anos 1980 como umas das maiores potências na indústria naval do mundo. Porém, as condições materiais que possibilitaram ao país fazer essa escolha e dar saltos, iniciados em 1958, foram forjadas no século XIX e início

---

<sup>2</sup> O Barão de Mauá construiu um conglomerado empresarial durante o Segundo Império atuando nas áreas industriais e de infra-estrutura. Quase todas as suas empresas foram organizadas com grande mobilização de capital de terceiros (acionistas, debêntures, títulos garantidos por recebíveis etc.), tendo sido o primeiro brasileiro a utilizar técnicas que hoje são conhecidas por project finance. Sobre Mauá, ver Caldeira (1996).

do XX. É dessas condições materiais, herdadas do passado, que trata este artigo.

O aglomerado de estaleiros navais presente, desde o início do século XIX, nas cidades do Rio de Janeiro e de Niterói, construindo e reparando embarcações, criou um sistema propício para o fortalecimento e a integração intersetorial dos estabelecimentos comerciais, das pequenas fundições e dos estaleiros, gerando um desempenho inovador. Rosenberg (2006, p. 97), discutindo a interdependência tecnológica, argumenta que **“as invenções nunca emergem isoladamente”**. **No processo de inovação e expansão produtiva, é mais comum a presença de “aglomerados de inovações inter-relacionados”** (p. 101).

A complementaridade entre as empresas que fazem parte desse “aglomerado” propicia a formação de um conjunto de inovações numa perspectiva sistêmica. O crescimento e o fortalecimento de empresas do mesmo ramo dinamizam e estimulam um processo de concorrência e de imitação, que, por sua vez, amplia a sua esfera de abrangência para outros ramos. Segundo Rosenberg (2006, p. 125), **“esse fluxo intersetorial da tecnologia constitui uma das mais inconfundíveis características das sociedades industriais avançadas”**.

Ao longo do século XIX e durante as primeiras décadas do XX, na indústria da construção naval localizada no Rio de Janeiro, podemos observar um constante fluxo intersetorial do Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro, dos estaleiros navais, das fundições (pequenas siderurgias) e do comércio exportador e importador, que possibilitou a manutenção e a ampliação do aglomerado de estaleiros navais.

O ambiente propício ao desenvolvimento de aglomerados também estava associado ao bom desempenho da Marinha Mercante Nacional, que atuava no transporte de cabotagem, uma vez que o Brasil tem um extenso litoral, com portos localizados nas principais cidades costeiras. Nesse cenário, podemos afirmar que, com estaleiros localizados no Rio de Janeiro e em Niterói, se desenvolveu um sistema de inovação na indústria da construção naval. Segundo Nelson (2006):

**“a inovação também se caracteriza pelo lançamento de um produto ou de um processo que seja novo**

**para a empresa ou para o país, mas não significa que seja novo em termos mundiais, já que um sistema está relacionado a um conjunto de instituições que interagem com as empresas nacionais e determinam a performance inovadora”.**

Foi essa performance inovadora constante, ora mais intensa, ora mais lenta, ultrapassando as fronteiras setoriais e locais, que criou condições materiais para, mais tarde, formar no país um sólido parque industrial naval, liderado por grandes empresas, interagindo com outros setores industriais, políticas públicas, instituições de pesquisas e sistema de crédito.

O surgimento de uma ou de várias indústrias numa determinada região altera o clima de uma época e cria uma expectativa favorável ao crescimento industrial. Segundo Perroux (1967), o fortalecimento de um grande ramo industrial irá favorecer o surgimento de atividades paralelas à “indústria-chave”, cuja função é impulsionar um volume de produção global maior que o seu. Esse impulso forma um “polo de desenvolvimento”, constituído por várias unidades fabris, ligadas entre si. A atividade de destaque serve como força motriz que exerce “efeitos de expansão” sobre outras unidades que com ela estão relacionadas. A unidade motriz gera “efeitos de aglomeração”, reunindo atividades complementares no conjunto que trará vantagens cumulativas.

No período 1970/95, os navios entregues somaram mais de 10 milhões de toneladas de porte bruto (tpb) de capacidade, significando investimentos superiores a US\$ 9 bilhões. Esses investimentos foram financiados com os recursos vinculados do AFRMM, que, no período 1958/95, somaram US\$ 14 bilhões, sendo US\$ 11 bilhões destinados à constituição do FMM e o restante vinculado às contas dos armadores.<sup>3</sup>

Apesar desse montante de encomendas, os estaleiros brasileiros não conseguiram se transformar em competidores globais, mesmo tendo precondições similares àquelas encontradas na Coreia: encomendas cativas, com financiamentos assegurados; subsídios à aquisição de navios e à

---

<sup>3</sup> A alíquota atual do AFRMM é de 25%, sendo que os recursos arrecadados (US\$ 400 milhões anuais para investimentos) têm, de acordo com a bandeira dos navios que originaram a arrecadação, as seguintes destinações:

a) navio de bandeira estrangeira = 100% para o FMM; e

b) bandeira nacional = 50% para o FMM e 50% para os armadores, esses últimos divididos em 36% para a conta especial a ser rateada entre os armadores privados e 14% para uma conta vinculada de cada empresa, privada ou estatal.

construção; oferta de insumos siderúrgicos a preços competitivos; associações, acordos e parcerias com empresas internacionais, tais como outros estaleiros, fornecedores de equipamentos navegacionais, de motores etc.; e baixo custo da mão-de-obra oferta de insumos siderúrgicos a preços competitivos; associações, acordos e parcerias com empresas internacionais, tais como outros estaleiros, fornecedores de equipamentos navegacionais, de motores etc.; e baixo custo da mão-de-obra.

## **1.2 - Desafios para Fornecedores da Indústria Naval: Como ter uma Manutenção Preventiva Eficiente?**

A política de estímulo aos transportes da jovem República era a mesma do velho Império: a prioridade era das ferrovias, com as garantias de juros; num segundo plano, vinha a navegação fluvial e marítima, com as subvenções. Mesmo em um segundo plano, a República trouxe duas mudanças para a Marinha Mercante Brasileira: a proteção nacional à cabotagem e a fundação do Lloyd Brasileiro. No parágrafo único do artigo 13 da Constituição de 1891, estava expresso que a navegação de cabotagem deveria ser feita apenas por navios nacionais<sup>4</sup>. Como a Marinha Mercante é reserva da Marinha de Guerra, a nacionalização da cabotagem seria uma forma de garantir a rápida intervenção no setor. O preâmbulo do Decreto n. 208, de 19 de fevereiro de 1890, que organizou o Lloyd Brasileiro, afirmava que a nova companhia também serviria como auxiliar da Armada Nacional em caso de guerra. Inicialmente, o Lloyd Brasileiro foi constituído a partir da fusão da Companhia Brasileira de Navegação a Vapor com a Companhia Nacional de Navegação a Vapor e a Companhia Espírito Santo e Caravelas. Nos anos seguintes, ele passou por várias dificuldades que levaram à sua reestruturação, chegando até a sua dissolução. Mesmo assim, seguiu uma trajetória de crescimento e de incorporação de empresas e novas linhas, e tornou-se o sinônimo de Marinha Mercante Nacional até os anos 1980. Ao lado do Lloyd Brasileiro, que já nasceu como uma grande empresa destacavam-se a Companhia

---

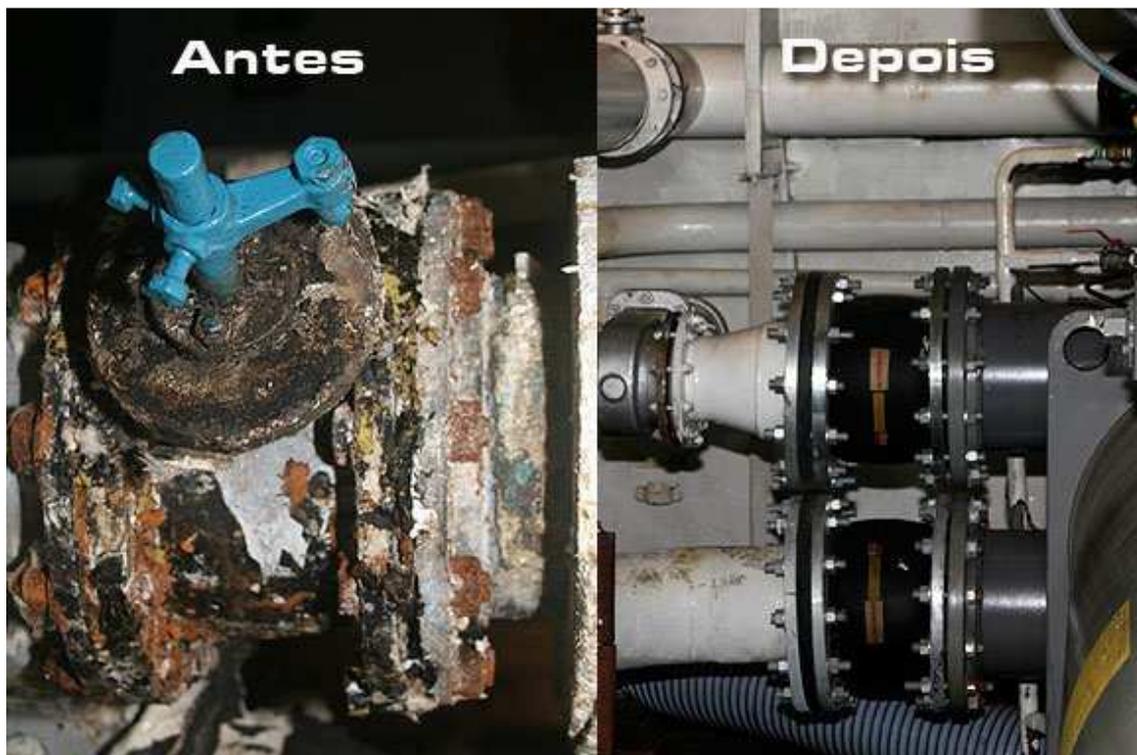
<sup>4</sup> Brasil. Orçamento das despesas e receitas do Ministério da Marinha. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1890-1920. Disponível em <http://memoria.nemesis.org.br/index.php>. Acesso 19/01/2012 as 23h46min.

Pernambucana e a Companhia do Maranhão, que também eram subvencionadas. Nos anos seguintes, surgiram mais duas grandes empresas que ampliaram a frota mercante nacional: a Companhia Nacional de Navegação Costeira, fundada em 1891, e a Companhia Comércio e Navegação (CCN), criada em 1905. Em 1910, já eram 24 companhias de navegação fluvial e marítima, sendo 12 subvencionadas, 10 que recebiam os mesmos favores que tinha o Lloyd Brasileiro e as demais eram apenas fiscalizadas (Brasil, 1911 – Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas). As três maiores companhias utilizavam os serviços de reparos de seus próprios estaleiros. O Lloyd Brasileiro, na Ilha de Mocanguê e na Ilha da Conceição, a Navegação Costeira, na Ilha do Viana, e a Comércio e Navegação, na Ponta da Areia, todos em Niterói.

Os demais estaleiros prestavam serviços para o restante da frota mercante nacional que passava pelo Rio de Janeiro. O AMRJ, além de fazer os serviços de construção e reparos, também atendia às companhias privadas de navegação nacionais e estrangeiras. Já as aquisições de novas embarcações para serem incorporadas à frota eram todas encomendadas em estaleiros no exterior, ou seja, nem mesmo as companhias privadas de navegação oportunizavam a expansão da construção naval brasileira. ou seja era feita uma manutenção preventiva, que consiste em um procedimento mais barato e garantido, ou seja, corrigir os defeitos antes que se manifestem ou que causem danos maiores, e com faziam seus próprios reparos, era menos custoso para a empresa.

## Capítulo II - Manutenção Preventiva X Produtividade

Como o nosso tema trata de questões navais, falemos sobre manutenção preventiva na área citada. Com embarcações operando incessantemente para dar conta do intenso comércio marítimo mundial, é comum que aconteçam falhas em peças, engrenagens ou partes de sistemas de equipamentos tão requisitados. Como mostra a figura abaixo:



5

Para realizar reparos ou mesmo evitar que essas falhas ocorram, o setor de manutenção naval requer muita experiência de seus funcionários na detecção de problemas e atualização constante para estar a par das novas tecnologias implantadas.

Esse segmento abrange a manutenção preventiva e a corretiva – acionada no caso de panes ou acidentes. Dai a relação entre a produtividade com a manutenção preventiva. Mas além da manutenção preventiva, quais são os outros tipos de manutenção mais utilizados nestes segmentos?

---

<sup>5</sup> [www.naval.com.br](http://www.naval.com.br) acesso em 20/01/2012 as 19h26min.

## 2.1 - Tipos de Manutenção

Conforme já citamos, os equipamentos requerem manutenção, seja preditiva, preventiva, ou até mesmo corretiva, pois é preciso garantir para a operação que este funcione, e principalmente, seja confiável. Os tipos de manutenção mais utilizada são:

- **Manutenção Preventiva** é uma revisão periódica e sistêmica em equipamentos como veículos, máquinas industriais, dentre outros, que é baseado em histórico de quebras em funcionamento, ou histórico de revisões periódicas realizadas. Normalmente a periodicidade está estabelecida em manuais técnicos, onde os fabricantes recomendam tais revisões. Esta garantia não é apenas quanto à integridade do equipamento, que o mantém disponível para produção / operação, mas também de segurança, pois a não realização da correta manutenção coloca em risco a integridade física das pessoas envolvidas que estão envolvidas diretamente na operação das máquinas. Existem muitas definições de manutenção preventiva. Entretanto, todos os programas de gerência de manutenção preventiva são acionados por tempo. Em outras palavras, as tarefas de manutenção se baseiam em tempo gasto ou horas operacionais. A conhecida curva do tempo médio para falha (CTMF) ou da “banheira”, indica que uma máquina nova tem uma alta probabilidade de falha, devido a problemas de instalação, durante as primeiras semanas de operação. Após este período inicial, a probabilidade de falha é relativamente baixa por um período prolongado de tempo.

Após este período normal de vida da máquina, a probabilidade de falha aumenta abruptamente com o tempo transcorrido. Na gerência de manutenção preventiva, os reparos ou recondiçionamentos da máquina são programados baseados na estatística CTMF. A implementação da manutenção preventiva real varia bastante. Alguns programas são extremamente limitados e consistem de lubrificação e ajustes menores. Os programas mais abrangentes de manutenção preventiva programam reparos, lubrificação, ajustes, e recondiçionamentos de máquinas para toda a maquinaria crítica na planta industrial.

O denominador comum para todos estes programas de manutenção preventiva é o planejamento da manutenção x tempo. Todos os programas de gerência e manutenção preventiva assumem que as máquinas degradarão com um quadro de tempo típico de sua classificação em particular. Por exemplo, uma bomba centrífuga, horizontal, de estágio simples normalmente rodará 18 meses antes que tenha que ser revisada. Usando técnicas de gerência preventiva, a bomba seria removida de serviço e revisada após 17 meses de operação.

O problema com esta abordagem é que o modo de operação e variáveis específicas da planta industrial ou do sistema afetam diretamente a vida operacional normal da maquinaria. O tempo médio entre as falhas (TMF) não será o mesmo para uma bomba que esteja trabalhando com água e uma bombeando polpas abrasivas de minério.

O resultado normal do uso da estatística TMF para programar a manutenção ou é um reparo desnecessário ou uma falha catastrófica. No exemplo, a bomba pode não precisar ser recondicionada após 17 meses. Portanto, a mão de obra e o material usado para fazer o reparo foram desperdiçados. O segundo cenário da manutenção preventiva é ainda mais caro. Se a bomba falhar antes dos 17 meses, somos forçados a consertar usando técnicas corretivas. A análise dos custos de manutenção tem mostrado que um reparo feito de uma forma reativa (isto é, após a falha) normalmente será três vezes mais caro do que o mesmo reparo feito numa base programada, pelas razões citadas anteriormente. O velho adágio de que as máquinas se quebrarão na pior hora possível é uma parte muito real da manutenção de plantas industriais. Normalmente, a quebra ocorrerá quando as demandas de produção forem as maiores. O pessoal de manutenção deve então reagir à falha inesperada. Neste modo de manutenção reativa, a máquina é desmontada e inspecionada para determinar os reparos específicos requeridos para retorná-la ao serviço. Se as peças de reparo não estiverem no estoque, elas devem ser encomendadas, a custos de mercado, e deve ser solicitado o envio expedito. Mesmo quando as peças de reparo já estão no estoque da planta industrial, o tempo de mão de obra para reparo e o custo são muito maiores neste tipo de manutenção reativa. O pessoal de manutenção deve desmontar toda a máquina para localizar a fonte do

problema ou problemas que forçaram a falha. Admitindo que eles identifiquem corretamente o problema, o tempo requerido para desmontar, reparar, e remontar a máquina seria, pelo menos, maior do que teria sido requerido por um reparo planejado. Em programas de manutenção preditiva, o modo específico de falha (isto é, o problema) pode ser identificado **antes** da falha. Portanto, as peças corretas para reparo, ferramentas, e habilidades da mão de obra podem estar disponíveis para corrigir o problema da máquina antes da ocorrência de falha catastrófica. Talvez a diferença mais importante entre manutenção reativa e preditiva seja a capacidade de se programar o reparo quando ele terá o menor impacto sobre a produção. O tempo de produção perdido como resultado de manutenção reativa é substancial e raramente pode ser recuperado. A maioria das plantas industriais, durante períodos de produção de pico, operam 24 horas por dia. Portanto, o tempo perdido de produção não pode ser recuperado.

- **Manutenção Preditiva** é que o monitoramento regular da condição mecânica real, o rendimento operacional, e outros indicadores da condição operativa das máquinas e sistemas de processo fornecerão os dados necessários para assegurar o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimizaria o número e os custos de paradas não programadas criadas por falhas da máquina.

.A manutenção preditiva é muito mais. Trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção. A manutenção preditiva não é meramente monitoramento de vibração ou análise de óleo lubrificante ou de imagens térmicas ou qualquer das outras técnicas de teste não destrutivo que tem sido marcada como ferramentas de manutenção preditiva.

A manutenção preditiva é uma filosofia ou atitude que usa a condição operacional real do equipamento e sistemas da planta industrial para otimizar a operação total da planta industrial. Um programa abrangente de gerência de manutenção preditiva utiliza uma combinação das ferramentas mais efetivas em custo para obter a condição operativa real de sistemas críticos da planta industrial e, baseando-se nestes dados reais, todas as atividades de

manutenção são programadas numa certa base “conforme necessário”. A manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva acionada por condições. Ao invés de se fundar em estatística de vida média na planta industrial ou industrial (p.ex., tempo médio para falha) para programar atividades de manutenção, a manutenção preditiva usa monitoramento direto das condições mecânicas, rendimento do sistema, e outros indicadores para determinar o tempo médio para falha real ou perda de rendimento para cada máquina e sistema na planta industrial. Na melhor das hipóteses, os métodos tradicionais acionados por tempo garantem uma guia para intervalos “normais” de vida da máquina. Outras terminologias têm surgido como ferramentas de gerência de manutenção, estes novos termos - RCM, manutenção centrada na confiabilidade; TPM, manutenção produtiva total; e JIT, manutenção “Just-in-Time” - são apresentadas como substitutas à manutenção preditiva e a solução definitiva aos seus altos custos de manutenção.

Um programa de manutenção preditiva pode minimizar o número de quebras de todos os equipamentos mecânicos da planta industrial e assegurar que o equipamento reparado esteja em condições mecânicas aceitáveis. Ele pode identificar problemas da máquina antes que se tornem sérios já que a maioria dos problemas mecânicos podem ser minimizados se forem detectados e reparados com antecedência. Os modos normais de falha mecânica degradam-se em uma velocidade diretamente proporcional a sua severidade; portanto, quando um problema é detectado logo, normalmente pode-se evitar maiores reparos.

Existem cinco técnicas não destrutivas que são usadas normalmente para gerência de manutenção preditiva: monitoramento de vibração (com espectros de corrente elétrica), monitoramento de parâmetro de processo, termografia, tipologia, e inspeção visual. Cada técnica tem um conjunto único de dados que assistirá o gerente de manutenção na determinação da necessidade real de manutenção.

A manutenção preditiva que utiliza análise da assinatura de vibração é predicada em dois: fatos básicos: (1) todos os modos de falha comuns possuem componentes distintos de frequência de vibração que podem ser isolados e identificados, e (2) a amplitude de cada componente distinto de

vibração permanecerá constante a menos que haja uma mudança na dinâmica operacional da máquina.

A manutenção preditiva que utiliza rendimento de processo, perda de calor, ou outras técnicas não destrutivas, pode quantificar o rendimento operacional de equipamentos ou sistemas não mecânicos da planta industrial.

Estas técnicas, usadas em conjunto com a análise de vibração podem fornecer ao gerente de manutenção ou engenheiro da planta industrial informações fatuais que os habilitarão a obter confiabilidade ótima e disponibilidade a partir de sua planta.

- **Manutenção Corretiva** é uma técnica de gerência reativa que espera pela falha da máquina ou equipamento, antes que seja tomada qualquer ação de manutenção. Também é o método mais caro de gerência de manutenção.

Poucas plantas industriais usam uma filosofia verdadeira de gerência por manutenção corretiva.

Em quase todos os casos, as plantas industriais realizam tarefas preventivas básicas, como lubrificação e ajustes da máquina, mesmo em um ambiente e manutenção corretiva. Entretanto, neste tipo de gerência, as máquinas e outros equipamentos da planta industrial não são revisados e não são feitos grandes reparos até que o equipamento falhe em sua operação. Mas qual a relação de manutenção com a produtividade?

Veremos a seguir, o significado de produtividade e sua relação com a manutenção, ou seja, o custo para a empresa e o aumento da produção.

## **2.2 - O Significado da Produtividade**

Conforme Moreira (2004), a palavra produtividade aparece com frequência na mídia e em publicações especializadas, sendo motivo de programas de melhoria, simpósios, encontros e contratação de consultorias para atingir vários objetivos das organizações, dentre eles, lucro e sobrevivência. Entretanto, na maioria das vezes, gerentes e administradores provavelmente têm pouco mais que noções vagas do que seja produtividade, não por ser um conceito novo, mas pela abordagem superficial que normalmente é dada.

O referido autor menciona que foi no final do século XIX que foram divulgadas as primeiras medidas de produtividade para a indústria, pelo então Bureau of Labor, que hoje é a agência Bureau of Labor Statistics do governo dos Estados Unidos.

Depois da Segunda Guerra Mundial, o interesse pela produtividade cresceu acentuadamente, consolidando seus fundamentos teóricos e tornando a sua utilização cada vez mais comum, de modo que, em 1985, já havia quase cem centros de estudos da produtividade em vários continentes. Davis et al. (2001) definem uma medida de produtividade de processo como sendo a eficiência com que as entradas são transformadas em produtos finais. Ou seja, ela mede quão bem as entradas são convertidas em saídas.

Por sua vez, Daft (1999) entende produtividade como sendo uma relação entre os outputs de bens e serviços de uma empresa e os seus inputs. Ou seja, a produtividade aumenta tanto pelo crescimento do output, utilizando-se os mesmos inputs, como pelo decréscimo dos inputs, para produzir o mesmo output.

A produtividade marginal de um fator de produção variável é a variação na produção total devido à variação de uma unidade do fator de produção variável, é o que definem Nogami e Passos (2003).

O conceito principal de produtividade dado por Moreira (2004) refere-se ao maior ou menor aproveitamento dos insumos de um sistema de produção para fornecer uma saída, ou seja, gerar a produção. Logo, um aumento da produtividade significa um melhor aproveitamento da mão-de-obra, dos equipamentos, da matéria-prima, dos combustíveis, da energia, entre outros recursos produtivos.

Segundo McKinsey (1998), aumentar a produtividade é simplesmente usar melhor os recursos de uma economia, produzindo com custos cada vez menores. O ponto de partida para aumentar a produção é usar melhor o que se tem.

O aumento da produtividade promove uma redução dos custos do produto ou serviço prestado, pois cada unidade de produto ou serviço terá demandado menor quantidade de recursos.

Para Porter (1999) define a produtividade como sendo o valor gerado por um dia de trabalho e por unidade de capital ou por recursos físicos

utilizados. Também conceitua a fronteira da produtividade como sendo o valor máximo que uma empresa é capaz de gerar, utilizando todas as melhores práticas disponíveis num determinado momento, em termos de tecnologia, técnicas gerenciais, habilidades e insumos de terceiros.

As organizações, ao melhorar a eficácia operacional, movimentam-se em direção à fronteira da produtividade. Mas esta fronteira desloca-se continuamente para fora, com o desenvolvimento de novas tecnologias, novas abordagens gerenciais e com a disponibilidade de novos insumos. Assim sendo, segundo Porter (1999), a origem do aumento da produtividade está na inovação. Pode-se perceber que Porter (1999) confirma o que McKinsey (1998) atribui como a origem da produtividade: a inovação. McKinsey (1998) também atribui aos processos mais eficientes, o aumento da produtividade. As vantagens duradouras ocorrem nas organizações que são capazes de operar produtivamente e inovar constantemente. Para Porter (1999), a inovação não se refere apenas à tecnologia, mas também às formas de comercialização, de posicionar o produto no mercado e de prestar serviços.

## Capítulo III - A Importância da Qualidade da Manutenção Preventiva em Navios

"Prontidão para o combate - é a condição que determina o grau de prontificação de um navio para realizar as missões de combate que lhes são atribuídas. Ela inclui uma série de componentes que, como os elos de uma singela cadeia, são intimamente ligados e objetivamente dependentes um do outro. Tem a ver com a manutenção, com toda a força, com o período de manutenção do material necessário e manter o navio, armamento e equipamento em boas condições de funcionamento."

Sergei Gorshkov

Realizar o reparo e a manutenção de embarcações e plataformas no país é de vital importância, pois além do aumento da geração de empregos e aplicação de um volume maior de recursos financeiros no país. O reparo e a manutenção em navios possibilitam uma maior eficácia e qualidade na gestão das atividades desenvolvidas e podem garantir uma elevada disponibilidade dos meios marítimos. A fim de exemplificar, o setor petrolífero do país, como um todo, poderá vir a ser o grande ganhador, com a implementação de uma política industrial de incentivo ao incremento da manutenção e do reparo naval.

### 3.1 - O Que é Qualidade?

Segundo Dicionário Aurélio, qualidade é a "propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas que as distingue das outras e lhes determina a natureza". Nesta definição de forma simples há a ideia da qualidade presente no cotidiano, ou seja, nos recursos humanos e nos recursos a serem administrados e transformados e/ou servidos pelos próprios recursos humanos, enfim em todas as partes da empresa.

Alguns autores definiram a qualidade de diversas formas e introduziram as ferramentas que melhoraram a percepção dos processos e dos clientes e até das pessoas que trabalham na organização. A qualidade mudou totalmente a maneira de pensar, principalmente em tempos de alta competitividade no mercado. Segundo Feigenbaum, qualidade é a determinação do cliente e não a determinação da engenharia, nem de marketing e nem da alta administração. A qualidade deve estar baseada na experiência do cliente com o produto e o

serviço, medidos através das necessidades percebidas que representem uma meta num mercado competitivo. Qualidade de produto e serviço é a composição total das características de um produto e serviço em marketing, engenharia, manufatura e manutenção, de modo que vão de encontro com as expectativas dos clientes. Segundo Casillag, um produto de qualidade na visão do consumidor é aquele que atenda as suas necessidades e que esteja dentro de sua possibilidade de aquisição, isto é, preço justo, pois “o valor corresponde ao menor sacrifício ou dispêndio de recursos para o desempenho de determinada função, tanto para o fabricante quanto para o usuário final”.

Para Crosby, a qualidade é vista como “conformidade com os requisitos” e, acrescenta que se existe em fazer bem feito na primeira vez, então os desperdícios seriam eliminados e a qualidade não seria dispendiosa. Mason também define qualidade como conformação aos requisitos. “Qualidade não é apenas o que nós fazemos e que pode ser visto e aplicado por todos dentro da organização”. Diante de todas essas definições, é notável o foco na satisfação do cliente como fim da organização, além da utilização e transformação de recursos de forma racional e proveitosa a fim de evitar desperdícios, mas a questão de se administrar recursos humanos com qualidade não foi abordada diretamente nestas definições.

### **3.2 - As Ferramentas da Qualidade**

Com a evolução tecnológica e a alta competitividade, foram implementadas inúmeras ferramentas da qualidade com o propósito de otimizar a produção e evitar atrasos na entrega de pedidos, altos estoques de matéria-prima, desperdício de materiais, etc.

As ferramentas permitiram melhorar processos, mas também podem melhorar as pessoas que participam destes processos. Muitas pessoas tiveram resistência quanto às mudanças na organização com relação à aplicação das ferramentas da qualidade.

Através dos processos de mudança é que se implementa a Qualidade Total na empresa. Mas, não é simplesmente mudando e aplicando ferramentas de qualidade de forma mecânica que se obterá resultado. É necessário se buscar a melhoria contínua não só nos processos, mas também nas pessoas, de modo que

todos possam estar envolvidos, caso contrário, a organização corre o risco de que o Programa de Qualidade Total não obtenha sucesso. São muitas as ferramentas de qualidade para a aplicação no dia-a-dia dos recursos humanos e que farão parte de um programa de melhoria contínua com o objetivo de manter a cultura de qualidade nas pessoas, nos processos, nos serviços, etc.

Aprendizado e Crescimento - Pessoas/Organização: desenvolvimento de competências da equipe, infraestrutura tecnológica, cultura organizacional e clima para ação.

### **3.3 - As Dificuldades na Execução do Trabalho: O que Acarreta Quando não se tem uma Manutenção Preventiva**

*“Antes de considerar os operadores os principais causadores do acidente, é preciso compreender que eles são os herdeiros dos defeitos do sistema, criados por uma concepção ruim, uma instalação malfeita, uma manutenção deficiente, e por decisões errôneas da direção (...) A comunidade que trabalha na área da confiabilidade humana vem tomando consciência de que os esforços empreendidos para descobrir e neutralizar esses erros latentes terão resultados mais benéficos na confiabilidade dos sistemas do que as tentativas pontuais de reduzir erros ativos” (dos operadores)*

J. Reason, 1993

Acidentes de trabalho e doenças relacionadas ao trabalho são eventos influenciados por aspectos relacionados à situação imediata de trabalho como o maquinário, a tarefa, o meio técnico ou material, e também pela organização do trabalho e pelas relações de trabalho. No entanto, no meio técnico e industrial vigora uma visão reducionista e tendenciosa de que estes eventos possuem uma ou poucas causas, decorrentes em sua maioria de falhas dos operadores (erro humano, ato inseguro, comportamento fora do padrão etc., ou falhas técnicas materiais, normalmente associadas ao descumprimento de normas e padrões de segurança). Tomando a manutenção como premissa para a redução dos custos da produção, deve-se definir a melhor política a ser adotada para a otimização dos custos.

Outra expectativa dos profissionais é de que as empresas, ao conceberem um programa de qualidade, percebam que o mesmo não será

implantado com sucesso se não houver um efetivo envolvimento e participação dos funcionários atuando com satisfação e motivação para a realização de suas atividades. Isso é qualidade de vida no trabalho.

### **3.4 - A Importância da Manutenção Preventiva: Ferramenta Indispensável para a Qualidade de Vida no Trabalho**

*“Qualidade de vida no trabalho resulta em maior probabilidade de se obter qualidade de vida pessoal, social e familiar, embora sejam esferas diferentes e nelas se desempenhem papéis diferentes”.*

*Antônio Lázaro Conte*

Na verdade, a qualidade de vida no trabalho é uma filosofia que visa trazer bem-estar ao funcionário e maior produtividade à organização, pois se o funcionário não estiver motivado no local de trabalho, não poderá render o que o seu conhecimento lhe permite. Assim, a QVT (como é chamada a Qualidade de Vida no Trabalho) apoia-se em quatro pontos:

- Resolução de problemas envolvendo os membros da organização em todos os níveis (participações, sugestões, inovações, etc.);
- Reestruturação da natureza básica do trabalho (enriquecimento de tarefas redesenha de cargos, rotação de funções, grupos autônomos ou semiautônomos, etc.);
- Inovações no sistema de recompensas (remunerações financeiras e não financeiras);
- Melhorias no ambiente de trabalho (clima, cultura, meio-ambiente físico, aspectos ergonômicos, assistenciais).

A QVT engloba vários aspectos na organização o que faz com que seja um elemento impulsionador que traz bastante motivação e satisfação no ambiente de trabalho aliado à saúde e bem-estar do trabalhador. O desempenho no cargo e o clima organizacional representam fatores importantes na determinação da QVT. Se a qualidade do trabalho for pobre, conduzirá à alienação do empregado e à insatisfação, à má vontade, ao declínio da produtividade, a comportamentos contraproducentes (como

absenteísmo, rotatividade, roubo, sabotagem, militância sindical etc.). Se a qualidade do trabalho for boa, conduzirá a um clima de confiança e respeito mútuo, no qual o indivíduo tenderá a aumentar suas contribuições e elevar suas oportunidades de êxito psicológico e a administração tenderá a reduzir mecanismos rígidos de controle social.

Ao tratarmos de trabalhadores do setor naval, a qualidade de vida no trabalho destes trabalhadores, é um tanto quanto diferenciada, em especial aqueles que trabalham embarcados. Considerando o nível de responsabilidade e a carga de estresse inerente à atividade desenvolvida pelos trabalhadores marítimos foi observada que, estas tensões acarretam diretamente na saúde do trabalhador marítimo. Como se trata de um conjunto de trabalhadores com peculiaridades quanto à heterogeneidade etária, pluralismo cultural e características do próprio trabalho, atividade ocupacional tão peculiar, como é a desses trabalhadores. Entre as especificidades inerentes ao trabalho desse grupo destacam-se a diversidade de funções, longos turnos de trabalho, com permanência dos trabalhadores na embarcação, atracada no cais ou em manobra durante três dias consecutivos, realização das refeições a bordo e períodos de grande tensão alternados com períodos de sedentarismo. Mas o que mais afeta a saúde do trabalhador são os longos períodos da falta de convivência sócio familiar.

Freitas et al.<sup>1</sup> descreve as características do trabalho em plataformas, evidenciando o quão perigosas e complexas são as atividades nesses locais:

**“O trabalho é contínuo, já que a produção flui durante as 24 horas do dia ao longo do ano, exigindo o revezamento de vários grupos de trabalhadores para acompanhamento da mesma. Complexo porque as diversas partes do sistema tecnológico se encontram interligadas numa estrutura de rede que impede que se possua um controle total do sistema, sempre sujeito a um certo grau de imprevisibilidade e de desencadeamento de efeitos do tipo dominó em caso de incidentes e acidentes. Coletivo porque o funcionamento da unidade só é possível pelo trabalho de equipes em que as atividades são altamente interdependentes. Perigoso porque está relacionado ao processamento de hidrocarbonetos que evaporam, incendiam-se ou explodem, ao uso de compostos químicos tóxicos para os homens e para o ambiente e à operação de máquinas e equipamentos que podem desencadear acidentes poderosos, com o potencial de causar múltiplos óbitos e lesões (Sevá Filho apud Freitas et al.1).**

E como a manutenção preventiva se encaixa como ferramenta na qualidade de vida destes trabalhadores navais? Um navio é mais que uma indústria é uma cidade flutuante com suas utilidades incluindo geração de energia (elétrica, térmica, pneumática, hidráulica, etc.) As máquinas de combustão interna e elétricas são fundamentais para acionamento de equipamentos na indústria e em um navio. O navio tem o seu almoxarifado com peças sobressalentes, mas ocorrem às manutenções de emergências, como em toda e qualquer unidade de produção e é neste momento, que as pessoas habilitadas para realizar a tarefa supracitada acima, devem estar a postos para reparos de emergência, fabricando parafusos, buchas e eixos nos tornos mecânicos, troca de componentes elétricos e eletrônicos, bem como calibrar transmissores de pressão, temperatura, vazão, etc. Se este navio possui uma manutenção preventiva eficiente, o responsável pela máquina, como foi exemplificado acima, não teria de “fabricar peças”, não se estressaria para corrigir o defeito, já que possuiria a peça para o conserto. Daí a importância da manutenção preventiva como qualidade de vida do trabalhador embarcado.

## **Considerações Finais**

Nos últimos anos, têm-se discutido amplamente a gerência de manutenção preventiva, corretiva e preditiva. Tem-se definido uma variedade de técnicas que variam desde o monitoramento da vibração até imagens em infravermelho.

O controle sistemático da manutenção de máquinas e equipamentos, é considerado o ponto alto de redução de custos, a preocupação com as rotinas de manutenção normalmente está relacionada a quebra de maquinário sendo esta a manutenção corretiva. Neste momento é de grande relevância, o uso da manutenção preventiva como programação da manutenção, com foco nas periodicidades de cada manutenção, visando assim o obter melhor aproveitamento do valor imobilizado em maquinários, ou seja, aproveitar ao máximo a vida útil de cada equipamento e deixar sempre o mesmo em perfeito estado produtivo. Com as certificações ISO, que hoje estão mais frequentes no mercado, é preciso uma rotina de manutenção bem assertiva, as rotinas de manutenção acabam em curto prazo reduzindo o numero de paradas não programadas.

Conforme foi visto em análises anteriormente explanadas, e dentro do contexto deste trabalho, vemos que dependendo de uma manutenção preventiva bem detalhada e organizada, teremos uma qualidade final de manutenção em melhores condições, tanto no campo organizacional, quanto no campo qualitativo e quantitativo de serviços a bordo de navios.

O ganho real do uso da manutenção preventiva é o aumento da produtividade, a diminuição dos custos e o monitoramento do que está acontecendo com a vida útil dos maquinários.