

# PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES DA MB\*

**CHRISTOVAM LEAL CHAVES\*\***  
Capitão-Tenente (EN)

---

## SUMÁRIO

Introdução  
Manutenção nas edificações  
Custo da manutenção  
Planejamento e controle da manutenção  
Vida econômica ótima  
Estudo de caso  
Conclusão

## INTRODUÇÃO

A manutenção das instalações terrestres da Marinha do Brasil (MB) é responsável por parte considerável dos recursos financeiros da Administração. Além disso, é indispensável para a consecução da

atividade-fim que os meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais tenham o apoio necessário prestado pelas organizações militares de terra.

Assim, o conceito de gestão da manutenção aplicado às instalações passa, principalmente, pela otimização dos recursos da

---

\* N.R.: Título original: Estudo da Vida Econômica Ótima nas instalações terrestres da Marinha do Brasil sob a perspectiva da Gestão da Manutenção. Todas as figuras do artigo foram elaboradas pelo autor.

\*\* Encarregado da 2ª Seção de Instalações Mecânicas da Diretoria de Obras Civas da Marinha (DOCM). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Realizou Programa de Mestrado Integrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Portugal (Feup). Possui Curso de Extensão em Engenharia do Ar-Condicionado – Instituto Militar de Engenharia (IME) e MBA em Gestão de Projetos – Universidade Cândido Mendes.

Administração por meio do planejamento, do investimento em uma filosofia preventiva e da utilização de ferramentas gerenciais para controle e melhoria constante.

Os propósitos deste artigo são apresentar ao leitor uma descrição sucinta das principais rotinas de manutenção, descrever a importância de seu planejamento e controle e, por fim, apresentar uma ferramenta para avaliação da vida econômica ótima de uma instalação.

Para isso, será feito um estudo de caso em que um sistema de ar-condicionado de uma edificação específica terá seus custos levantados para determinar a vida econômica ótima do sistema, demonstrando em que ponto faz-se necessária modernização, substituição ou outra intervenção de grande porte, otimizando assim os recursos da Administração ao agir no período certo.

## MANUTENÇÃO NAS EDIFICAÇÕES

Segundo a Norma NBR 5674 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que disserta sobre o procedimento para manutenção de edificações, a manutenção consiste em um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes a fim de atender aos requisitos de segurança e às necessidades dos seus usuários.

Entretanto, o conceito de manutenção de edifícios não deve ter como objetivo exclusivo manter as condições de desempenho originais do edifício construído, mas também acompanhar a evolução de necessidades dos seus usuários, aspectos de modernização, desenvolvimento tecnológico e referências normativas ou legais.

Cabe ressaltar que, tratando-se de manutenção em edificações, tais atividades não se restringem à habilitação em Engenharia Civil, pois, para que a capacidade funcional seja atendida, as rotinas devem

ser extensivas a todas as especialidades envolvidas, tais como: Mecânica, Elétrica, Hidrossanitária, Incêndio (Controle de Avarias – CAV) e correlatas.

É possível classificar as rotinas de manutenção, basicamente, em planejadas (preventiva e preditiva) e não planejada (corretiva).

### *Manutenção preventiva*

Trata-se das rotinas realizadas de maneira preventiva, que visam reduzir ou evitar a falha e queda no desempenho. Tais rotinas são baseadas em intervalos definidos de tempo por meio de dados estatísticos ou histórico disponíveis.

### *Manutenção preditiva*

Esse tipo de manutenção consiste no monitoramento dos principais parâmetros operacionais. Trata-se da intervenção no momento adequado, antes que o equipamento apresente falha e, diferentemente da preventiva, não ocorre necessariamente em períodos determinados de tempo.

### *Manutenção corretiva*

Consiste na atuação para retomar a operacionalidade após a ocorrência da falha. É a correção da falha de modo aleatório, a fim de evitar outras consequências indesejáveis, uma vez que não há preparação nem planejamento do serviço.

Embora os custos de correção geralmente sejam menores do que o custo de prevenção, a interrupção da operacionalidade devido a falha acarreta um custo superior, que é o custo de falha.

## CUSTO DA MANUTENÇÃO

Os custos da manutenção englobam a mão de obra especializada, o ferramental

adequado, a subcontratação eventual de especialistas e toda a instalação física necessária.

Pode-se classificar, de forma sucinta, os custos de manutenção em três grandes famílias: custos diretos, custos indiretos e custos de perda.

### ***Custos diretos***

São aqueles diretamente ligados ao produto e necessários para manter os equipamentos em operação, ou, no nosso caso, as edificações. Têm como característica a individualização em referência ao objeto. Neles se incluem: as rotinas de manutenção preventiva, preditiva e corretiva.

### ***Custos indiretos***

São custos que não podem ser diretamente relacionados a quantidade produzida, ou serviço realizado. Ou seja, a divisão de tais custos pela quantidade final não é proporcional e objetiva. Neles se incluem: depreciação, custos com análises, estudos para otimização, gerenciamento da manutenção e correlatos.

### ***Custos de perda***

São os custos oriundos da perda de produção, causados, por exemplo, por falhas ou interrupção da operação.

### ***Custos totais de manutenção***

Quanto maior a disponibilidade de um equipamento, ou instalação, maiores serão os recursos empregados e, conseqüentemente, menores serão os custos com



Figura 1: Evolução dos custos de manutenção

manutenção corretiva. Para atingir um nível de disponibilidade total, os recursos empregados seriam infinitos. A evolução dos custos é mostrada na Figura 1.

De maneira geral, a Figura 1 mostra que o investimento em manutenção preventiva tende a reduzir os custos de manutenção corretiva. Entretanto, ela demonstra que, a partir de um ponto de inflexão, o investimento para aumento da disponibilidade deixa de reduzir significativamente a ocorrência de falhas, acarretando no aumento dos custos para a Administração.

## **PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO**

Considerando reduções eventuais nos orçamentos, tal como no momento atual vivido, o procedimento legal para contratação e aquisição de sobressalentes ou mão de obra faz do planejamento e controle da manutenção atividade vital, devendo receber a maior atenção dos comandantes e diretores, uma vez que “a correta manutenção da Organização Militar (OM) como um todo é o que melhor se pode fazer para caminhar no sentido do seu aprestamento” (DGMM-0601, 1997, p. 1-1).

Tal planejamento é, sem dúvida, um aliado relevante nos sistemas de gestão

atuais. A manutenção deveria ter não apenas na teoria, mas também na prática, devida importância nos órgãos públicos que tenham como objetivo uma destinação eficiente de seus recursos, o que torna necessário que se tenha um Programa de Controle da Manutenção (PCM).

O PCM é um conjunto de atividades para planejar, programar, coordenar e controlar a eficácia da execução da manutenção. Por serem diversificadas as atribuições do PCM, conseqüentemente sua execução ou implementação pode variar de um ramo para outro.

Os principais componentes dos custos de manutenção são o material e o pessoal. Com isso, o PCM atua diretamente em tais pontos críticos, uma vez que mitiga a falta de informação sobre os serviços, aumenta a eficiência do pessoal, reduz o tempo de parada dos equipamentos e possibilita medidas de correção.

A MB estabelece suas normas, instruções e padrões para um sistema de manutenção das instalações terrestres, objeto central deste artigo, por meio da Norma DGMM-0601, elaborada pela Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM).

Nesta perspectiva, a atividade técnica de um PCM, aplicável ao patrimônio público da Administração Naval, deve fixar as condições mínimas exigíveis na preservação das características funcionais das edificações, das instalações e dos equipamentos.

Para o objeto central deste artigo, um PCM deve permitir a melhoria da qualidade das instalações terrestres, sendo concebido de maneira a possibilitar um processo contínuo de correção.

## **VIDA ECONÔMICA ÓTIMA**

Um dos desafios para a consecução da missão dos engenheiros navais é determinar um “ponto ótimo” para cada máquina, sistema ou até mesmo edificação.

Para uma melhoria gradual de uma edificação são necessárias correções periódicas, visando identificar as diferenças entre os níveis de desempenho atingidos e os pretendidos. Entretanto, deve ser sempre verificada também a viabilidade econômica da solução proposta, por meio da análise da relação custo x benefício.

Dentre as ferramentas e técnicas possíveis para determinar tal custo x benefício, este artigo limitar-se-á ao estudo da vida econômica ótima por meio da avaliação do custo de imobilização de capital. Por definição, tal custo é formado pelos bens necessários à manutenção das atividades de uma determinada instituição, apresentando-se de forma mensurável.

Com isso, espera-se demonstrar a importância da determinação de um tempo em que seja economicamente mais vantajoso à Administração, por exemplo, se desfazer do bem, substituí-lo ou investir em uma modernização.

### ***Vida útil***

A vida útil de um bem pode ser definida pelo tempo decorrido desde sua aquisição, ou entrada em operação, até o dia em que o mesmo deixa de operar ou de atender aos requisitos esperados de desempenho.

### ***Vida econômica ótima***

A vida econômica ótima consiste no tempo decorrido desde a aquisição do bem, ou sua entrada em operação, até o ponto em que se obtém o mínimo dos montantes gastos na utilização do ativo. Geralmente, a vida útil é maior que a vida econômica, pois nesta última o objetivo é a otimização dos recursos financeiros.

### ***Determinação da vida econômica***

Quanto maior o tempo de utilização do ativo, maiores serão os recursos empregados.

dos para sua operação e manutenção. Tal fato deve-se à depreciação física, funcional ou tecnológica dos equipamentos.

O custo de capital consiste nos valores empregados, descontando, ou agregando, a evolução de tais valores no tempo por meio de uma taxa de juros. A evolução do custo de capital é mostrada na Figura 2.

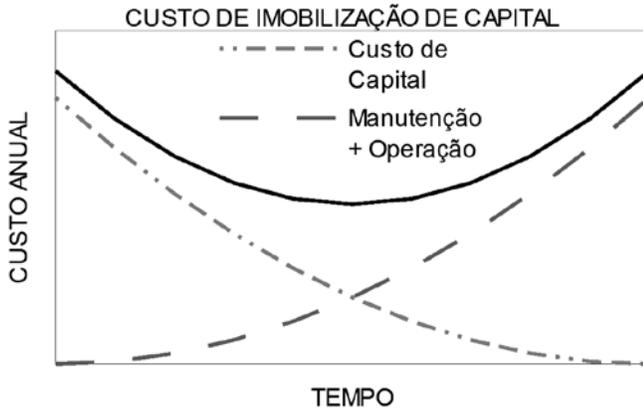


Figura 2: Custo de imobilização de capital

Para determinar tal custo, é necessário definir de forma sucinta alguns parâmetros econômicos e financeiros.

A atualização para o ano zero ( $V_0$ ) de um valor de algum ano posterior ( $V_k$ ) será definida pela equação 5.1:

$$V_0 = r^k \times V_k$$

Onde,

$k$ = número de anos;

$r$ = fator de atualização;

$V_0$  = atualização para o ano 0 de  $V_k$ ;

$V_k$  = Capitalização para o ano  $k$  de  $V_0$ ;

O fator de atualização é dado pela equação 5.2:

$$R = 1/(1+I)$$

Onde,

$i$ = taxa de capitalização

O valor presente no ano zero é definido pela equação 5.3:

$$VP = \sum_{k=1}^{k=n} r^k \times V_k$$

## ESTUDO DE CASO

Como estudo de caso será utilizado o sistema de ar-condicionado do Edifício Almirante Tamandaré (EdAT). Instalado no ano de 1996, ele consiste em um sistema de expansão indireta de água gelada com condensação da água por meio de torres de resfriamento. A capacidade instalada do sistema é de, aproximadamente, 960 TR.

Devido à restrição de recursos federais experimentada naquela época, a Administração Naval não teve recursos para firmar um contrato de manutenção preventiva do referido sistema, efetuando apenas rotinas corretivas quando ocorriam quebras ou falhas.

Com isso, o sistema não era capaz de apresentar parâmetros operacionais ideais, sendo a temperatura da água gelada na faixa de 20°C a 25°C, valor muito superior ao patamar de 7°C, conforme desejado. No ano de 2009, quando firmado um contrato de manutenção geral, que englobava rotinas preventivas, o sistema restabeleceu seus parâmetros operacionais.

A Central de Água Gelada do EdAT é, atualmente, uma das centrais em melhor estado de conservação da MB. Destaca-se assim, neste primeiro momento, a impor-

tância da manutenção preventiva e como esta influencia no desempenho de determinada instalação.

O custo de instalação do sistema em questão, estimado por meio da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava), é de aproximadamente R\$ 7,5 milhões. O custo anual de manutenção,

obtido por meio de pesquisa de mercado para a contratação de tais serviços, é de R\$ 850 mil.

Ao disponibilizar um recurso financeiro tanto na compra de um ativo quanto na manutenção de uma edificação, significa que a União poderia disponibilizar tal recurso para algo que trouxesse algum retorno financeiro, o que caracteriza um custo de oportunidade, em que a taxa de referência considerada será a taxa Selic acumulada até o mês de janeiro de 2017, cujo valor é de 13,27 % ao ano (Fundação Getúlio Vargas, janeiro de 2017).

Já a evolução do valor gasto com manutenção e operação do sistema será corrigido

### VIDA ECONÔMICA ÓTIMA

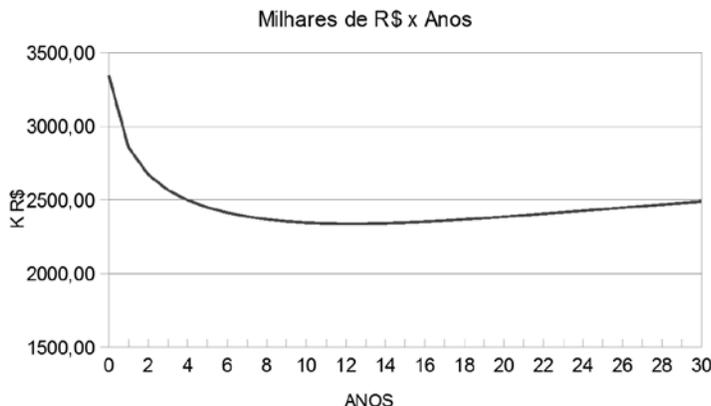


Figura 3: Vida econômica ótima

pelos Índice Geral de Preços do Mercado (IGPM), com o valor de referência acumulado para o presente ano, que é 6,6600 % (Fundação Getúlio Vargas, janeiro de 2017).

Com os dados coletados para este estudo de caso, tornou-se possível a avaliação da vida econômica ótima para o sistema em questão, que apresentou o tempo de 13 anos como vida ótima. A Figura 3 explicita os resultados encontrados.

A Tabela 1 mostra a planilha de cálculo utilizada no estudo para a confecção do gráfico presente na Figura 3, comprovando que aos 13 anos é dada a inflexão nos valores da anuidade, constituindo a vida econômica ótima da instalação.

TABELA 1: PLANILHA DE CÁLCULO DA VIDA ÓTIMA

Taxa Cap.	0,1327											
r	0,8828	Anos	0	1	3	5	7	9	11	13	15	
Fator Atual		1,00	0,88	0,69	0,54	0,42	0,33	0,25	0,20	0,15		
Despesas (k US\$)		7500	850,00	966,99	1100,08	1251,49	1423,74	1619,70	1842,63	2096,24		
Despesas Atualizadas		7500	750,42	665,39	590,00	523,15	463,87	411,31	364,71	323,38		
Despesa Acumulada		7500	8250,42	9622,44	10839,00	11917,71	12874,20	13722,32	14474,33	15141,14		
Mercado		7500	6000,00	4860,00	3936,60	3188,65	2582,80	2092,07	1694,58	1372,61		
Mercado Atualizado		7500	5297,08	3344,19	2111,28	1332,91	841,51	531,27	335,40	211,75		
Despesa Líquida			2953,34	6278,24	8727,71	10584,80	12032,70	13191,05	14138,93	14929,39		
Fator anuidade			1,13	0,43	0,29	0,23	0,20	0,18	0,17	0,16		
Anuidade Despesa Líquida			3345,25	2671,17	2497,78	2413,48	2368,39	2346,27	2339,24	2342,50		

Tal resultado mostra que, com as taxas atuais que foram consideradas para a avaliação do ativo, o tempo de 13 anos é a referência para que o sistema de ar-condicionado do EdAT sofra uma modernização ou intervenção de grande escala. Sendo assim, o sistema deveria ter passado por uma grande intervenção no ano de 2009.

Para se utilizar tal sistema por um tempo superior, serão necessários cada vez mais recursos, porém sem acréscimo da qualidade da operação do equipamento, conforme demonstrado no tópico de custos de manutenção.

Aplicando tal estudo em uma organização de terra, conhecendo-se seus custos para operação, a Administração poderia otimizar os recursos ao evitar gastos com manutenção e operação em uma faixa que, economicamente, não incrementam a qualidade.

## CONCLUSÃO

Para a realização das atividades de manutenção das OM de terra da MB, um programa de manutenção é essencial para manter as necessidades da edificação, otimizando os recursos.

A Administração Naval investe na filosofia de manutenção para as instalações terrestres. Porém, como em qualquer órgão público, deve obedecer às referências legais nas contratações e, preferencialmente, seguir as recomendações dos órgãos consultivos da União, previamente à contratação.

Entretanto, não há publicações oficiais, de ampla divulgação nacional, que dissem de forma específica sobre o assunto, o que acaba por se tornar um empecilho para contratação de serviços de manutenção na MB, uma vez que as exigências da Administração Naval, baseadas em seu planejamento próprio, são em sua maioria apontadas pelos órgãos consultivos, ou licitantes, como exigências que poderiam restringir a participação de interessados.

O que ocorre, na verdade, é a ausência de um padrão amplamente difundido pelo Governo Federal, junto com o desconhecimento dos órgãos consultivos, que apresentam pareceres jurídicos que dissertam sobre questões técnicas. As exigências de parâmetros de qualidade podem, erroneamente, ser confundidas com restrição.

Para avaliar a contratação de serviços de manutenção das organizações de terra, os órgãos consultivos baseiam-se na Instrução Normativa SLTI/MPOG nº 02/2008 (IN MPOG 02/2008), que apresenta exigências de forma muito genérica e que nem sempre são aplicáveis, dependendo do objeto.

Por uma questão de justiça, cabe ressaltar que os advogados dos órgãos consultivos igualmente buscam o melhor para a União. Porém aqueles devem ser assessorados por profissionais técnicos para uma melhor avaliação, assim como os profissionais técnicos também necessitam de uma assessoria jurídica. Uma vez que o advogado não conta com assessoria técnica, o mesmo fica restrito a uma conferência fiel, item a item, de todos os quesitos da IN MPOG 02/2008, sendo eles aplicáveis ou não.

Tais problemas podem acarretar na tendência do administrador público em abrir mão do rigor de seus requisitos de qualidade em prol de uma celeridade no processo de contratação, que terá como resultado serviços preventivos menos rigorosos e, conseqüentemente, maiores custos com manutenção corretiva. Nesta perspectiva, a DGMM 0601, atrelada às ferramentas de gestão, propõe, em suas especificações e projetos, requisitos de controle, de qualidade e de melhoria, mantendo a isonomia na contratação.

Dentre tais ferramentas, o estudo da vida ótima, tema central deste artigo, além de ser uma ferramenta econômica baseada em custos efetivos diretamente

relacionados ao setor técnico, constitui parte essencial para justificar uma modernização, aquisição, baixa ou qualquer outra intervenção em uma organização de terra ou em suas respectivas instalações.

Com o estudo de caso, ficou demonstrado a importância da implementação de rotinas preventivas e que a instalação em questão tem sua vida econômica de 13 anos,

o que respaldaria a modernização de tal sistema a partir do ano de 2009.

Por fim, tal estudo é válido como ferramenta integrada ao planejamento da manutenção das instalações da MB, mostrando que é possível reduzir os custos de manutenção nas instalações terrestres da instituição por meio da avaliação da vida econômica ótima.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:  
<ADMINISTRAÇÃO>; Organização militar; Gerência;

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Confiabilidade e manutenibilidade*: NBR 5462. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Manutenção de edificações - Procedimento*: NBR 5674. Rio de Janeiro, 1999.
- DE SOUZA, Alien Vlgno; GOMES, Jonas Canesin; FERNANDES, Rodrigo Sorbo. *Qualidade da Mão de Obra na Manutenção*. 9f. Dissertação (Graduação em Engenharia Mecânica – Manutenção e Lubrificação de Equipamentos) – Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.
- DIRETORIA GERAL DO MATERIAL DA MARINHA. Normas, Instruções e Padrões para um Sistema de Manutenção das Instalações Terrestres da Marinha do Brasil: DGMM 0601. Rio de Janeiro, 1997.
- MONTEIRO, Caio Italiano; DE SOUZA, Leandro Ramalho; ROSSI, Paulo Henrique Lobo. *Manutenção Corretiva*. 12f. Dissertação (Engenharia Mecânica - Disciplina Manutenção e Lubrificação de Equipamentos) – Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.
- NOUR, Antonio Abdul. *Manutenção de Edifícios*. 2003. 84f. Dissertação (Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.