

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINA
TURMA 1 – 15

PEDRO FERREIRA NETO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE RCM AO SISTEMA DE GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DE EMBARCAÇÕES.**

Rio de Janeiro

2015

PEDRO FERREIRA NETO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE RCM AO SISTEMA DE GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DE EMBARCAÇÕES.**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para . obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus

Rio de Janeiro

2015

PEDRO FERREIRA NETO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE RCM AO SISTEMA DE GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DE EMBARCAÇÕES.**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a minha esposa Ana, meus filhos Nicolle e Nicolas e a minha irmã e mãe Abgail, por me incentivarem, a cada dia, a seguir em frente”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, aos meus familiares que muito me apoiaram a alcançar objetivos antes vistos como inatingíveis, aos mestres que plantaram em todos nós a semente do conhecimento e da responsabilidade no desempenho de nossas futuras funções, como verdadeiros líderes respeitando e fazendo cumprir todas as normas e legislações aplicáveis a bordo de nossas embarcações e ainda, nos estimularam a entender e compreender nosso papel na gestão de manutenção e condução máquinas, nos dias atuais, ao Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus, pela orientação e a motivação para realização desta.

Agradeço também aos colegas de turma pela amizade e companheirismo demonstrado durante o período em que estivemos juntos.

RESUMO

A evolução histórica da manutenção, retratada até o ano 2000, consistia em três gerações, e que a partir da última, novos métodos para gerir os ativos com objetivos focados em Segurança, Meio Ambiente e Produção foram introduzidos. A manutenção passa a ser uma função estratégica das empresas para atender os objetivos mencionados, a metodologia da RCM surge como solução, com foco nos índices de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e seus sistemas, e que passou a ser o objetivo desse estudo, onde foi explicado a forma de implantá-la nos sistemas de gestão de manutenção de embarcações que atuam no *Offshore*, no litoral brasileiro. Conclui-se que a RCM tem sido, uma das ferramentas mais utilizadas nos últimos anos para propiciar resultados satisfatórios no que tange a confiabilidade de produtos e serviços, exigidos por clientes em um mercado cada vez mais competitivo. Do ponto de vista prático, concluiu-se que sua utilização em embarcações do *Offshore*, é bastante viável e pode estender-se a todos os navios, visto que os operadores (Oficiais de Máquinas) são também em muitos casos, os mantenedores dos equipamentos, entretanto é essencialmente necessário a participação de gerentes, coordenadores e técnicos representantes, para que as análises não fiquem apenas a mercê de uma única pessoa.

Palavras-chave: RCM, Confiabilidade, Disponibilidade.

ABSTRACT

The historical evolution of maintenance, portrayed by the year 2000, consisted of three generations, and from the latter, new methods to manage assets with focused goals in Safety, Environment and Production were introduced. Maintenance becomes a strategic function of the companies to meet these objectives, the RCM (Reliability Centered Maintenance) methodology emerges as a solution, focusing on reliability rates and availability of equipment and systems, and that became the purpose of this study, which was explained how to deploy it in vessel maintenance management systems operating in the Offshore, the Brazilian coast. In conclusion, the RCM has been one of the most used tools in recent years to provide satisfactory results regarding the reliability of products and services required by customers in an increasingly competitive market. From a practical point of view, it was concluded that its use in vessels Offshore, is quite feasible and may extend to all ships as operators (engineer officers) are also in many cases, maintainers of equipment, however it is essentially required the participation of managers, engineers and technical representatives, so that the analysis not only remain at the mercy of a single person.

Key-words: RCM, Reliability, Availability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

Figura 1 - Qualidade na Manutenção-Pesquisa ABRAMAN Set/2013	15
Figura 2 - Comportamento de falhas ao longo da vida do equipamento.....	18
Figura 3 - Comportamento de falhas ao longo da vida do equipamento.....	19
Figura 4 - Padrões de falhas da terceira geração	19
Figura 5 - Técnicas de manutenção em modificação.	20
Figura 6 - Mudança de visão da falha do equipamento.....	20
Figura 7 - Exemplo de Sistema e Subsistemas de Posicionamento Dinâmico.....	24
Figura 8 - Modularização do SSMCP.....	25
Figura 9 - Sugestão para formulário das Funções e Falhas Funcionais	27
Figura 10 - Sugestão para formulário da Matriz de Componentes.....	28
Figura 11 - Exemplo de análise dos Modos de Falha.....	30
Figura 12 - Sugestão para formulário da FMECA	31
Figura 13 - Continuação do formulário FMECA com análise de criticidades	32
Figura 14 - Diagrama lógico de decisão	35
Figura 15 - Guia de Seleção de Tarefas.....	36
Figura 16 - Sugestão de Planilha de Decisão	37
Figura 17 - Intervalo P-F	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Sugestão de Categorias de Criticidade	33
Tabela 2- Critério para frequência de TDF	42
Tabela 3- Frequencias.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Disponibilidade na indústria.....	15
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* - Análise dos Modos e Efeitos da Falha

RCFA - *Root Cause Failure Analysis* - Análise da Causa Raiz da Falha

RCM – *Reliability Centered Maintenance* (Manutenção Centrada em Confiabilidade)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Tema abordado.....	13
1.2	Identificação do Problema.....	14
1.3	Justificativa para o problema	14
1.4	Objetivo Geral	16
1.5	Objetivos Intermediários	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Fases da Manutenção (Evolução).....	18
2.2	Primeira Geração.....	18
2.3	Segunda Geração.....	18
2.4	Terceira Geração	19
3	MÉTODO.....	22
3.1	Classificação quanto aos fins	22
3.2	Classificação quanto aos meios.....	22
3.3	Delimitação	22
4	Processo de Implantação da RCM	23
4.1	Descrição das etapas de aplicação da metodologia.....	24
4.1.1	Primeira Etapa: Definição das Fronteiras do Sistema e Subsistemas	24
4.1.2	Segunda Etapa: Definição das Funções, Falhas Funcionais e Matriz de Componentes ..	25
4.1.3	Terceira Etapa: Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e Criticidade (FMECA)	29
4.1.4	FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	30
4.1.5	Avaliação das consequências da Falha	35
4.1.6	Diagrama lógico de decisão [DD].....	35
4.1.7	Definição dos tipos de Tarefas	37
4.1.8	Frequências das Tarefas Preventivas	40
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A necessidade das empresas em produzir bens e serviços de elevada qualidade e produtividade a preços competitivos, motivadas por uma economia cada vez mais globalizada, tem constantemente recorrido aos cortes de suas taxas de perdas, fator ainda persistente nos dias atuais, seja na área de manutenção, produção ou distribuição e comercialização e ou contratação de serviços.

O Paradigma do passado como citado por Pinto (1998) “O homem de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo”, ainda é evidenciado nos dias atuais, e que torna imperativo uma mudança de cultura na escolha e forma de adotar políticas de manutenção para se obter a tão procurada “Disponibilidade” operacional e conseqüentemente a confiabilidade dos ativos, portanto, por razões de sobrevivência e permanência num mercado cada vez mais competitivo, a adoção do pensamento moderno na forma de operar e manter seus ativos disponíveis com confiabilidade e custos de manutenção reduzidos, evitando paradas não planejadas, assegurarão sua existência e seu sucesso.

A proposta desse trabalho, baseia-se na ferramenta RCM (*Reliability Centered Maintenance*) que busca ações proativas necessárias para assegurar a disponibilidade adequada do sistema e equipamentos, além de determinar as frequências das tarefas de manutenção atendendo aos requisitos de segurança, meio ambiente, operação, produção e aos níveis aceitáveis de criticidades e custos.

O processo da RCM procura então, reduzir os custos para elaboração do plano de manutenção por meio de execução de tarefas mais racionais e objetivas que preservem as funções dos equipamentos, bloqueando o modo de falha com elevada criticidade. A aplicação da RCM eleva o conhecimento sobre as funções dos ativos sob estudo à um nível muito mais preciso de acordo com Moubray (2000). É uma visão muito mais científica sobre o que deve ser feito para manter o ativo funcional

1.1 Tema abordado

Aplicação da metodologia da RCM ao Sistema de Gestão da Manutenção de embarcações.

1.2 Identificação do Problema

Por que a metodologia da ferramenta RCM não é praticada no Sistema de Gestão da Manutenção de embarcações no Brasil?

Grande parte dos tripulantes a bordo das embarcações brasileiras, desconhecem a aplicação das ferramentas de análise de falhas tal como RCM, FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), RCFA (*Root Cause Failure Analysis*) entre outras. Optou-se então, pelo tema, “Aplicação da Metodologia de RCM ao Sistema de Gestão da Manutenção de Embarcações”, devido ao interesse em compartilhar o conhecimento desse autor às necessidades imediatas das empresas e tripulantes, propiciando-lhes o direcionamento de seus esforços aos equipamentos mais críticos, possibilitando atingir as metas de disponibilidade e confiabilidade dos sistemas de bordo, eliminando condições de perdas na operação (*Downtime*).

1.3 Justificativa para o problema

Falta de conhecimento e treinamento em novas técnicas de manutenção, impedem ou dificultam diretamente a obtenção de resultados satisfatórios nos sistemas de gestão de manutenção a bordo das embarcações, causando paradas desnecessárias, contribuindo para elevação dos índices de indisponibilidade operacional, e ainda, dos custos envolvidos.

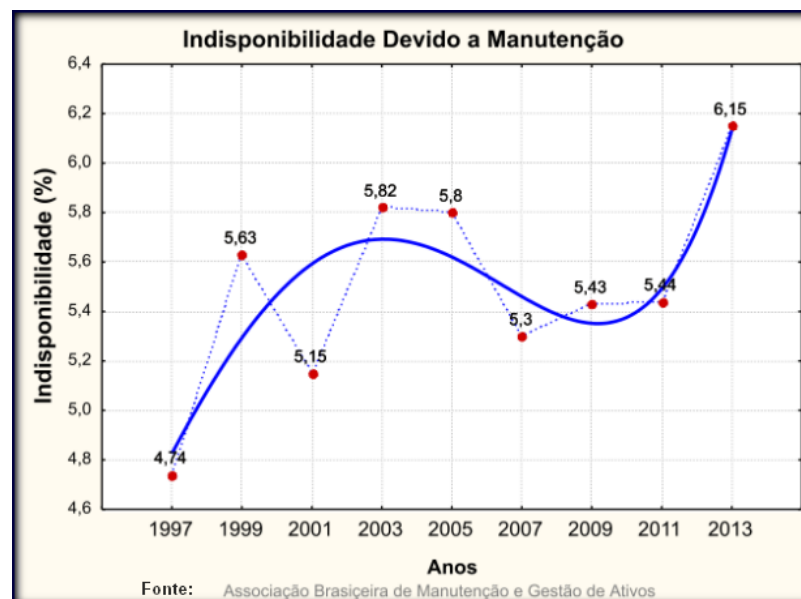
A adoção pelo tema é reforçada pelo constante crescimento dos índices de aplicação da metodologia do RCM nas indústrias brasileira, conforme os resultados da pesquisa divulgada no Vigésimo Oitavo (28º) Congresso Brasileiro de Manutenção da ABRAMAN, realizado em Setembro de 2013, que mostra claramente a evolução de utilização dessa ferramenta, nos últimos anos, com o propósito de melhoria do sistema de manutenção, como pode-se verificar na figura 1. Podemos notar no gráfico 1, que a disponibilidade dos nossos ativos industriais atinge 94%, ou seja, comprovou-se aqui a melhoria nos resultados de disponibilidade operacional acima dos 90% com a adoção da RCM como ferramenta de elaboração de planos de manutenção.

Figura 1 - Qualidade na Manutenção-Pesquisa ABRAMAN Set/2013

Ferramentas Utilizadas para Promover a Qualidade (% de Respostas)								
Ano	MCC	5S	FMEA	RCFA	CCQ	TPM (MPT)	6 Sigma	Outros
2013	19,25	23,26	16,31	17,91	-	12,83	10,43	0,00
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	-	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	-	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	-	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	-	-	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	-	-	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	-	-	11,42	14,61	-	18,72
1999	5,62	40,45	-	-	16,29	20,79	-	16,85
1997	2,89	46,24	-	-	12,14	18,50	-	20,23
1995	-	39,83	-	-	17,37	21,61	-	21,19

Fonte.: ABRAMAN (2013)

Gráfico 1 - Indisponibilidade na indústria



Fonte: ABRAMAN (2013)

1.4 Objetivo Geral

Analisar os conceitos e metodologia de aplicação da ferramenta RCM (*Reliability Centered Maintenance*) possibilitando sua utilização a qualquer sistema de gestão de manutenção em embarcações.

1.5 Objetivos Intermediários

- Explicar como a confiabilidade evidencia os tipos de falhas frequentes
- Explicar o desenvolvimento da metodologia do RCM
- Indicar como reduzir o tempo de obtenção do plano de manutenção
- Descrever as Fronteiras do Sistema e Subsistemas;
- Descrever a forma de estruturar as Funções, Falhas Funcionais e Matriz de Componentes;
- Descrever como aplicar o método de Análise dos Modos, Efeitos e Criticidade das Falhas (FMECA);
- Explicar como e por que obter as Tarefas de Manutenção;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O termo “Manutenção” é definido segundo a norma técnica NBR-5462 (ABNT-1994) como sendo, “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.”

Segundo Filho (2000 *apud* PIRES, 2005), a manutenção é uma função empresarial da qual se espera o controle constante das instalações, assim como o conjunto de trabalho de reparo e revisões necessárias para garantir o funcionamento regular e o bom estado de conservação das instalações produtivas, serviços e instrumentação dos estabelecimentos.

O objetivo da manutenção é prover confiabilidade de capacidade a uma planta industrial e como consequência podemos concluir que o investimento em equipamentos que exijam pouca ou nenhuma intervenção, ao invés de se adotar uma estratégia que almeje a eficiência na execução do reparo agindo reativamente (PALMER, 1998 *apud* PIRES, 2005).

A indústria da aviação comercial foi a precursora em confrontar os desafios de manutenção das aeronaves sistematicamente. A constatação da resposta de que por mais que se envidem seus esforços afim de assegurar que os mantenedores façam o trabalho certo quanto para assegurar que estes farão certo seu trabalho, levou ao desenvolvimento do processo de tomada de decisão compreensivo, denominado MSG3 (Maintenance Steering Gear3), bem similar a metodologia RCM conforme Moubray (2000, p.7), que define RCM sendo:

Manutenção Centrada em Confiabilidade é um processo utilizado para determinar o que deve ser feito, para assegurar que qualquer ativo físico, continue a fazer o que os seus usuários querem que ele faça em seu contexto operacional presente.

Ao contrário da filosofia anterior a era da RCM que visava preservar a confiabilidade inerente ou a capacidade dos ativos (equipamentos), buscando manter as especificações iniciais de projeto, esta última não foca a capacidade de ativo e sim o que é necessário que ele faça no contexto atual conforme as necessidades determinadas por seus usuários. Frequentemente não se faz necessário manter as especificações de projeto iniciais (MOUBRAY, 2000).

2.1 Fases da Manutenção (Evolução)

A evolução da manutenção (Figura 2), caminha desde os anos trinta, passando por três gerações (MOUBRAY, 1997):

2.2 Primeira Geração

Compreende o período até a segunda Guerra Mundial, a baixa mecanização industrial em função dos níveis baixos de demanda por produtos, pouco exigia da manutenção a qual limitava-se as rotinas de limpeza e alguma lubrificação, os reparos caracterizavam-se por ações corretivas, e pouca importância na ocorrência de falhas, ou seja, nenhuma ação preventiva requeria prioridade gerencial. O comportamento de vida do equipamento assumia o padrão com a idade do mesmo, ao final deste período, o número de falhas era recorrente.

Figura 2 - Comportamento de falhas ao longo da vida do equipamento



Fonte: Moubray (2000, p. 12)

2.3 Segunda Geração

A escassez de mão de obra por conta da segunda guerra e o aumento da demanda por bens de todos os tipos, impõe uma mudança radical nos meios de produção, incorrendo no aumento da mecanização, para atender as necessidades desse novo cenário.

Os processos industriais passaram a depender cada vez mais do maquinário, que não já podiam sofrer paradas constantes. Uma nova metodologia para prevenção e redução de paradas de produção marcou essa época, nascia assim, o conceito de manutenção preventiva, a qual consistia em revisões gerais dos equipamentos a intervalos fixos cujo comportamento das falhas (figura 3), seguia o padrão conhecido por Curva da Banheira.

Figura 3 - Comportamento de falhas ao longo da vida do equipamento



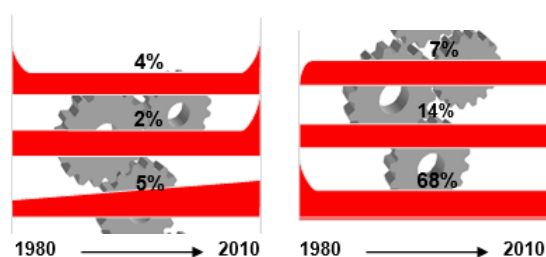
Fonte: Moubray (2000, p. 12)

Segundo Moubray (2000), as indústrias que sob pressões da guerra, mecanizaram-se rapidamente, e passaram a exigir níveis mais elevados de competências técnicas e administrativas. A manutenção passa a desempenhar um importante papel na produção que dia pós dia tornava-se mais dependente desta, na medida em que o aumento nos volumes de produção e produtos com melhor qualidade eram esperados.

2.4 Terceira Geração

A partir de meados dos anos setenta, os processos de mudança na indústria se intensificam e surgem novas expectativas, novas pesquisas e novas técnicas para os processos produtivos e conceitualmente a manutenção passa a ser parte integrante desse processo. Nasce a técnica RCM, e novos padrões de falha são identificados, sugerindo mudanças na forma de pensar e agir, mostrando que a estratégia de manutenção teria obrigatoriamente ser reinventada, novos enfoques como, metas de segurança, confiabilidade e disponibilidade se integram a esse novo conceito. A figura 4 mostra os padrões obtidos a partir do relatório comissionado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos encomendado pela companhia aérea United Airlines e desenvolvido por Stanley Nowlan e em seguida por Howard Heap em 1978 (MOUBRAY, 2000).

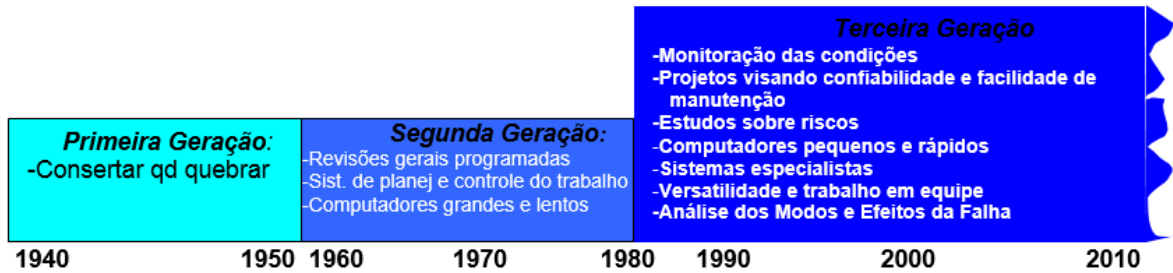
Figura 4 - Padrões de falhas da terceira geração



Fonte: Moubray (2000, p. 12 e 13)

A Figura 5, agrupa e mostra a evolução da manutenção ao longo do tempo.

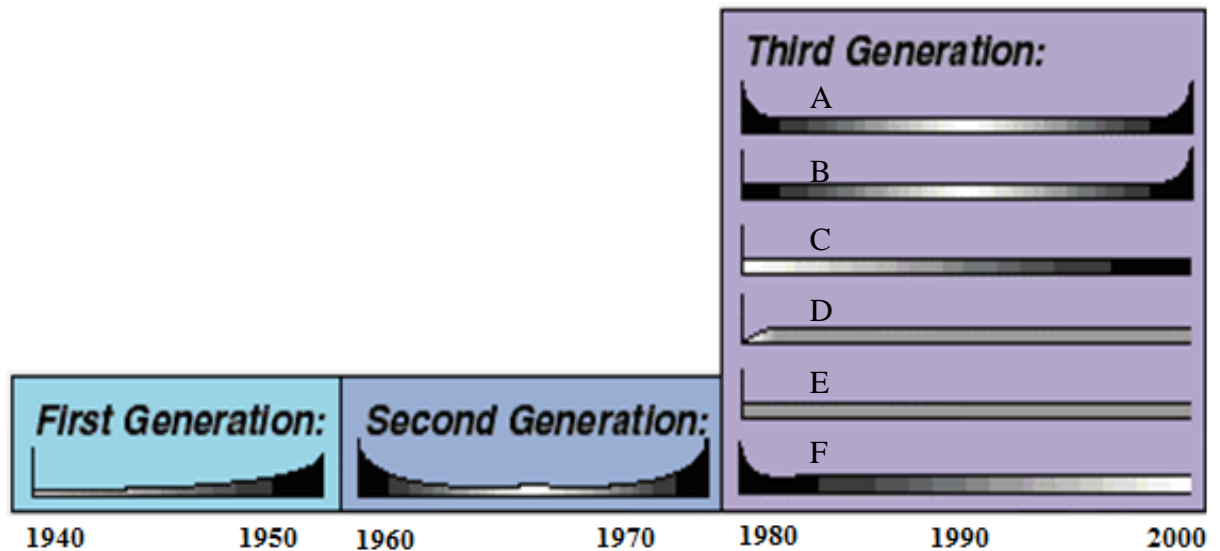
Figura 5 - Técnicas de manutenção em modificação.



Fonte.: Moubray (2000, p. 5)

A figura 6, mostra a visão do comportamento das falhas nas três gerações.

Figura 6 - Mudança de visão da falha do equipamento



Fonte: Moubray (2000, p. 4 e 235)

A primeira geração indica que as falhas ocorriam próximas ao fim da vida útil do equipamento, não se observava falhas iniciais, em função da pouca ou nenhuma preocupação com as paradas inesperadas.

Na segunda geração, a importância das paradas inesperadas torna-se preocupante e é o que reflete o comportamento das falhas indicado na figura 6, ou seja, os equipamentos apresentavam falhas no início da vida útil, que caracterizou-se como “Mortalidade infantil”, seguido de um longo período com taxa de falhas constante, onde falhas aleatórias poderiam ocorrer.

Na terceira geração, a preocupação com a disponibilidade operacional, confiabilidade, e conseqüentemente exigências nos aspectos de segurança e meio ambiente, foram fatores determinantes para aprofundamento de estudos sobre o comportamento das falhas e que culminaram no desdobramento da famosa curva da banheira em mais cinco padrões, indicados na figura 6.

3 MÉTODO

3.1 Classificação quanto aos fins

Esta pesquisa apresenta-se, de acordo com a classificação de Vergara (1998), como descritiva e explicativa, que aborda as dificuldades de aplicação da metodologia a bordo das embarcações, e explica os conceitos estabelecidos em norma técnicas, relacionando-as às formas de aplicação prática para desenvolvimento de planos de manutenção otimizados.

3.2 Classificação quanto aos meios

Quanto aos meios, esta pesquisa será bibliográfica, pois terá como base livros, normas técnicas e material de acesso público para consultas, como sites, artigos acadêmicos, entre outros.

3.3 Delimitação

O presente estudo tem como objetivo analisar os conceitos e a metodologia de aplicação da ferramenta RCM (*Reliability Centered Maintenance*) possibilitando sua utilização à qualquer sistema de gestão de manutenção em embarcações de *offshore* no Brasil.

Para a construção desse trabalho, serão consideradas experiências práticas obtidas em aplicações similares, em contexto operacional diferente, além é claro, da teoria que sustenta a metodologia, utilizando-se de normas técnicas e referências bibliográficas.

4 Processo de Implantação da RCM

Consiste na formação de uma equipe multidisciplinar, ou seja, seus integrantes devem atuar nas áreas de produção, gestão, manutenção e coordenação, e por vezes, a participação do fabricante como agente esclarecedor. Para liderar essa equipe, uma pessoa designada agirá como facilitador que deve, antes, ser treinado para tal, seu foco é direcionado a registrar as respostas às suas questões, sobre o ativo e ou sistema em estudo.

A implantação do projeto de RCM está relacionada a elaboração de sete perguntas básicas sobre o equipamento ou o sistema sob análise (MOUBRAY, 2000), como se segue:

- 1 - Quais são as funções e os padrões de desempenho associados ao equipamento, no contexto operacional?
- 2 - De que maneira o equipamento deixa de cumprir suas funções?
- 3 - O que causa cada falha funcional?
- 4 - O que acontece quando cada falha ocorre?
- 5 - Qual o impacto de cada falha?
- 6 - O que pode ser feito para prevenir cada falha?
- 7 - O que deve ser feito se uma tarefa preventiva adequada não for encontrada?

4.1 Descrição das etapas de aplicação da metodologia

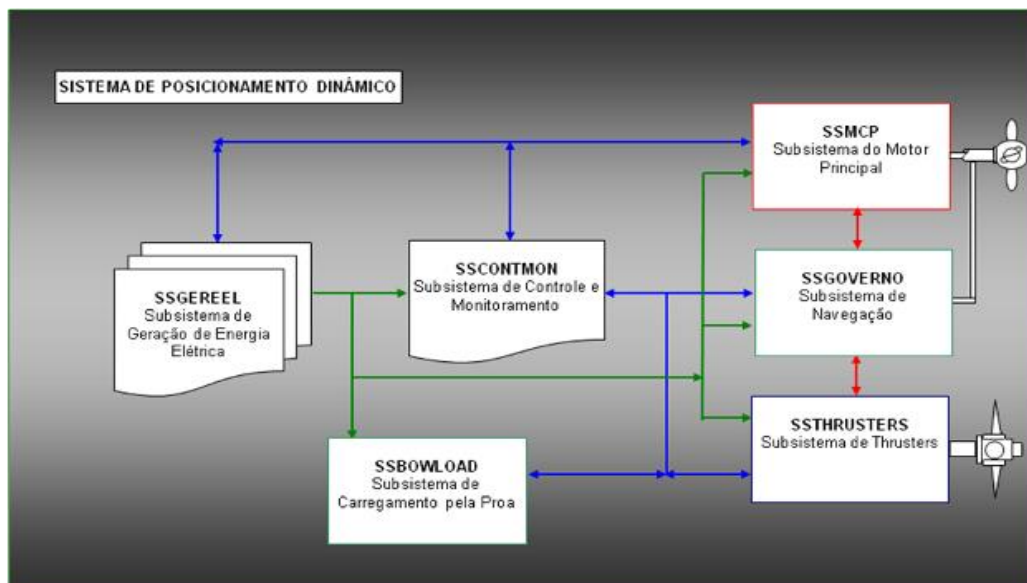
O processo de aplicação da fase inicial da metodologia pode ser subdividido em 5 etapas, conforme abaixo:

- 1 - Definição das Fronteiras do Sistema e Subsistemas;
- 2 - Definição das Funções, Falhas Funcionais e Matriz de Componentes;
- 3 - Análise dos Modos, Efeitos e Criticidade das Falhas (FMECA);
- 4 - Definição das Tarefas de Manutenção;
- 5 - Elaboração do Plano de Manutenção.

4.1.1 Primeira Etapa: Definição das Fronteiras do Sistema e Subsistemas

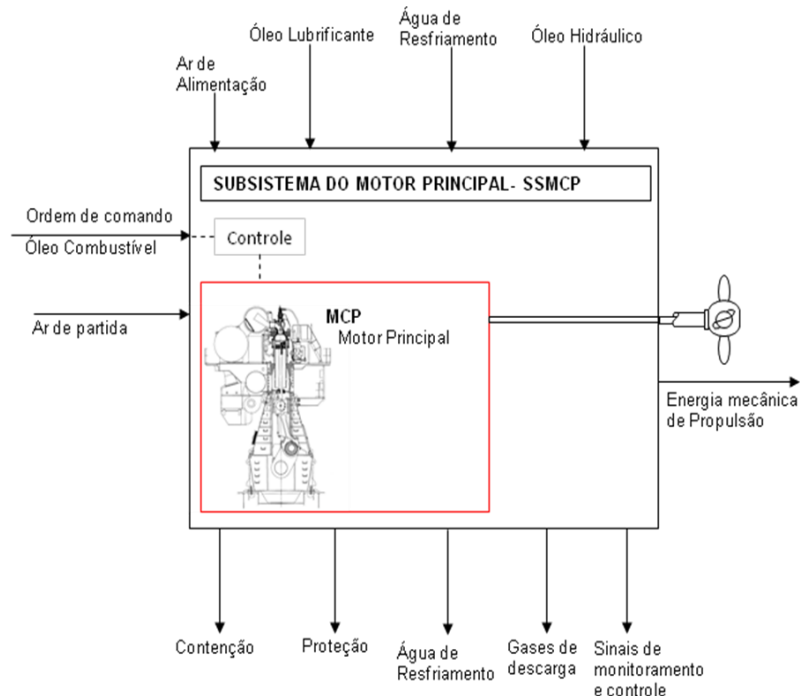
O Sistema deve ser selecionado e subdividido em subsistemas menores e mais simples, para facilitar sua análise a qual será denominado de “Modularização do Sistema e Subsistemas”, conforme figura 7.

Figura 7 - Exemplo de Sistema e Subsistemas de Posicionamento Dinâmico



Nesta fase, serão identificadas todas as entradas (insumos) e saídas (produtos) nas interfaces da fronteira dos subsistemas. Estas entradas e saídas consistem de, por exemplo: Energia Elétrica, ar de instrumentos, sinais de controle, torque, fluidos de trabalho (água de resfriamento, vapor, óleo, gás, etc.).

Figura 8 - Modularização do SSMCP



4.1.2 Segunda Etapa: Definição das Funções, Falhas Funcionais e Matriz de Componentes

Nesta etapa, procura-se responder as seguintes questões:

- 1 - Quais são as funções e padrões de performance dos equipamentos e sistemas em seu contexto operacional atual? (Funções).

Um subsistema geralmente apresenta uma função primária, que é o motivo pelo qual o sistema foi concebido. Todo subsistema apresenta também uma série de funções secundárias, que geralmente se referem a conservação e aparência dentre outras.

Embora funções secundárias sejam normalmente menos óbvias do que as funções primárias, a perda de umas destas funções ainda pode resultar em consequências sérias, às vezes mais do que a perda da própria função primária. Como resultado, funções secundárias precisam frequentemente, tanto quanto, se não mais manutenção que as funções primárias, assim elas também devem ser identificados claramente, para isso contamos com uma palavra derivada das iniciais do conjunto de fatores normalmente utilizados (ESCAPE).

- ✓ *Environmental Integrity* - Integridade Ambiental
- ✓ *Structural Integrity* - Integridade Estrutural
- ✓ *Control, Containment, Comfort* - Controle, Contenção e Conforto
- ✓ *Appearance* - Aparência
- ✓ *Protection* - Proteção
- ✓ *Economy, Efficiency* - Economia, Eficiência

As Funções devem ser registradas nas planilhas em branco, no respectivo campo e numeradas.

Legenda conforme figura 9.

F- Número sequencial iniciando em 1 identificando a Função.

FF- Letra sequencial iniciando em A identificando a Falha Funcional.

MF - Modo de Falha - Número sequencial iniciando em um (1) identificando o modo de falha da função correspondente.

Figura 9 - Sugestão para formulário das Funções e Falhas Funcionais

Ciente: ABC	MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade	Data:	Logo
Análise das Falhas Funcionais		Rev.	
Sistema: SUCÇÃO , FILTRAGEM E DESCARGA DE GÁS DA EC.		ID do Sistema: ABC -040-61-SFDG	
Subsistema: Subsistema de Descarga de Gás		ID do subsistema: SSDG	
Analistas:			
1. Funções			
1	Permitir a saída de gás natural da ECOMP para o gasoduto a uma pressão max. de 75 kgf/cm ²		
2	Conter o fluido		
3	Enviar e/ou receber sinais de comando e/ou controle		
4	Estar limpo, conservado e sinalizado		
5	Indicar localmente as variáveis de processo		
6	Despressurizar a ECOMP		
7	Equalizar as pressões entre Gasoduto e ECOMP		
8	Liberar com segurança o gás descartado.		
9	Proteger os equipamentos contra descargas elétrica.		
2. Falhas Funcionais			
1A	Não permitir a saída de gás natural da ECOMP para o gasoduto		
1B	Permitir a saída de gás acima da pressão máxima (75 kgf/cm ²)		
2A	Não conter o fluido		
3A	Não enviar e ou receber sinais controle		
3B	Enviar sinais com erro		
4A	Não estar limpo, conservado e sinalizado		
5A	Não indicar localmente as variáveis de processo		
5B	Indicar as variáveis de processo com erro		
6A	Não despressurizar a ECOMP		
7A	Não equalizar as pressões entre Gasoduto e ECOMP lentamente		
8A	Não liberar com segurança o gás descartado.		
9A	Não proteger os equipamentos contra descargas elétrica.		

2 - De que maneiras os subsistemas falham, em cumprir suas funções? (Falhas Funcionais/Modos de Falhas)

As falhas funcionais/Modos de Falhas descrevem de que maneiras os subsistemas podem falhar em desempenhar suas funções, não necessariamente identificando equipamentos ou componentes. A Falha Funcional geralmente é a negativa da Função.

Equipamentos e ou componentes são, então, listados e relacionados com as falhas funcionais descritas acima pelo processo do RCM.

O resultado desta etapa é a Análise das Falhas Funcionais e a Matriz de Componentes por Falha Funcional.

Deve-se então associar, cada componente do sistema ou subsistema, à Falha Funcional pertinente, ou seja, caso o componente possa causar a falha correspondente em questão, marcamos a intersecção componente x falha, conforme sugere a figura 10.

Figura 10 - Sugestão para formulário da Matriz de Componentes

Cliente: ABC MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade <small>à esquerda</small>		Data:																
Matriz de Componentes por Falha Funcional		Rev.																
Sistema: SUCÇÃO, FILTRAGEM E DESCARGA DE GÁS DA EC.		ID do Sistema: ABC -040-61-SFDG																
Subsistema: Subsistema de Admissão e Filtragem de Gás		ID do subsistema: SSAFG																
Analistas:		FALHAS FUNCIONAIS																
TAG	COMPONENTE	1A	1B	1C	1D	1E	2A	3A	3B	3C	4A	5A	6A	6B	7A	8A	9A	
XV61001	Válvula de Bloqueio Coletor Sucção ECOMP	X		X			X	X	X		X		X	X	X			
XV61004	Válvula Alívio Coletor Sucção ECOMP	X					X	X	X		X		X	X	X			

Fonte: Autor (2010)

4.1.3 Terceira Etapa: Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e Criticidade (FMECA)

4.1.3.1 Caracterização das Falhas

Quando as falhas ocorrem, faz-se necessário entender, de que forma elas se mostram ou não, aos olhos dos operadores, assim, são categorizadas em dois tipos:

1. Falha Evidente

Falha que na sua ocorrência todos os operadores ficam sabendo de sua existência, embora ainda não saibam o que a causou. Ex.: Alarmes visuais e audíveis temperatura alta, indicam que alguma falha ocorreu ou no sistema de arrefecimento ou no próprio do motor.

2. Falha Oculta

Falha em que sua ocorrência, ninguém toma ciência de sua existência, e apenas quando o equipamento for solicitado é que se tem o reconhecimento desta.

Em geral essas falhas estão associadas a dispositivos de proteção, redundâncias (equipamentos reserva). Ex.: Válvulas de Segurança emperrada, Chave de nível muito baixo desajustada, nenhuma dessas falhas emite aviso, tanto sonoro quanto visual.

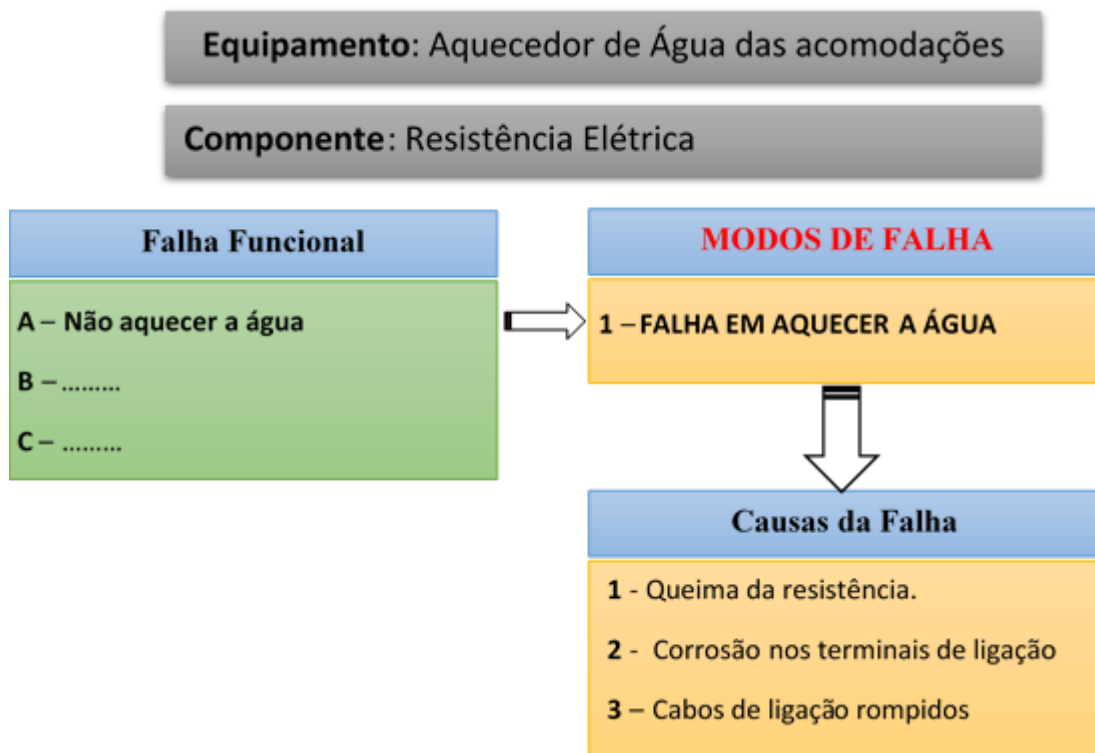
4.1.4 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Nesta etapa serão respondidas as seguintes questões:

- 3 - O que causa cada Falha Funcional? (Modo de Falha)

O Modo de Falha é a maneira como percebemos que o ativo falhou.

Figura 11 - Exemplo de análise dos Modos de Falha



Serão identificados, os eventos que causam uma falha funcional, sendo registrados os modos de falhas dominantes, ou seja, os modos razoavelmente prováveis de causarem uma falha funcional.

Considera-se na análise, os modos de falha que já ocorreram, que estejam sendo prevenidos através das rotinas de manutenção em vigor, bem como os modos de falhas que, embora não tenham ocorrido ainda, são prováveis de ocorrer.

Quanto as causas, estas limitam-se, a falha do próprio componente, portanto falha de alimentação elétrica ou de controle, não podem ser consideradas, visto que pertencem a outros componentes ou sistemas.

Esta é uma das partes mais importantes do processo de RCM, pois é a partir destes registros que as tarefas de manutenção serão determinadas, numa fase posterior.

4 - O que acontece quando cada falha ocorre? (Efeitos da Falha)

Serão registradas todas as evidências, quando existirem, e que foram impactadas pela ocorrência da falha funcional, como; as ameaças à segurança ou ao meio ambiente, se a produção foi afetada e por quanto tempo, bem como possíveis danos secundários, quanto tempo leva-se para reparar a mesma e qual o custo estimado de reparo.

O resultado desta etapa é a FMEA ou FMECA (Análise da Criticidade dos Modos de Falhas e de seus Efeitos), as figuras 12 e 13 apresentam uma sugestão de um formulário que atenda aos requisitos aqui mencionados.

Figura 12 - Sugestão para formulário da FMECA

Cliente:		MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade			Logo
		ANÁLISE DE MODOS , EFEITOS E CRITICIDADE DE FALHAS (FMECA)			
Sistema: SUCÇÃO , FILTRAGEM E DESCARGA DE GÁS DA EC ABC 040-61-SFDG		Subsistema: Subsistema de Descarga de Gás			
Função: 1- Permitir a saída de gás natural da ECOMP para o gasoduto a uma pressão max. de 75 kgf/cm2				Data: .	
Falha Funcional: 1A- Não permitir a saída de gás natural da ECOMP para o gasoduto				Rev. 0	
TAG / Componente	Modo de Falha	Causa da Falha	Efeitos da Falha	DD	
PTB1004 - Transmissor de Pressão de Descarga da Ecomp	TRANSMITIR SINAL ERRADO	Fusível aberto	Fechamento da XV003 Impossibilita a abertura da XV003 remotamente Impede a partida da ECOMP Tempo p. reparo : 2 hora(s)	S	
		Danos Internos	Fechamento da XV003 Impossibilita a abertura da XV003 remotamente Impede a partida da ECOMP Tempo p. troca com sobressalente : 1 hora(s)	S	
		Descalibração	Fechamento da XV003 Impossibilita a abertura da XV003 remotamente Impede a partida da ECOMP Tempo p. reparo : 2 hora(s)	S	
		Obstrução	Fechamento da XV003 Impossibilita a abertura da XV003 remotamente Impede a partida da ECOMP Tempo p. troca com sobressalente : 1 hora(s)	S	
TBX-0002 - Tubulações do subsistema	VAZAMENTO	Rompimento	Parada da ECOMP Ruído Alarmes Tempo p. reparo : 3 dia(s)	S	
		Rompimento por agente externo	Parada da ECOMP Ruído Alarmes Tempo p. reparo : 3 dia(s)	S	

Fonte: Autor (2010)

Figura 13 - Continuação do formulário FMECA com análise de criticidades

TAG	Modo de Falha	Causa da Falha	SEVERIDADES					PROBABILIDADE	CRITIC.
			SEGURANÇA	M. AMBIENTE	PRODUÇÃO	INDISPONIBIL.	CUSTOS REP.		
PT51004	TRANSMITIR SINAL ERRADO	Obstrução	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	CATASTROFICA	MODERADA	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA
PT51004	TRANSMITIR SINAL ERRADO	Descalibração	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	CATASTROFICA	CRITICA	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA
PT51004	FALHA NA IDENTIFICAÇÃO	Erro humano	MODERADA	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA
PT51004	ASPECTO VISUAL INADEQUADO	Acúmulo de resíduos	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA
PT51004	FALHA NA IDENTIFICAÇÃO	Desgaste natural da plaqueta	MODERADA	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA
PT51004	FALHA EM INDICAR PRESSÃO	Danos no display	MODERADA	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA
PT51004	TRANSMITIR SINAL ERRADO	Fusível aberto	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	CATASTROFICA	CRITICA	DESPREZIVEL	REMOTA	BAIXA

Fonte: Autor (2010)

A análise poderá continuar com o objetivo de encontrar uma tarefa proativa, caso seja viável tecnicamente e financeiramente, para isso, o processo deve avançar no Diagrama de Decisão [DD], cujo campo mencionado na figura 12 será selecionado.

4.1.4.1 Cálculo da Criticidade

Em relação às criticidades sugere-se a seguinte denominações:

Tabela 1-Sugestão de Categorias de Criticidade

SEVERIDADE CUSTO DE REPARO		
Qualificador	Valor	Constante das Faixas
DESPREZIVEL	1	Menos que US\$ 1500,00.
MODERADA	10	Entre US\$ 1500,00 a US\$ 3.000,00.
CRITICA	15	Entre US\$ 3.000,00.a US\$ 30.000,00
CATASTROFICA	20	Acima de US\$ 30.000,00
SEVERIDADE INDISPONIBILIDADE		
Qualificador	Valor	Constante das Faixas
DESPREZIVEL	1	Menos que 30 minutos de parada do equipamento
MODERADA	2	De 30 a 60 minutos de parada do equipamento.
CRITICA	3	De 60 a 120 minutos de parada do equipamento.
CATASTROFICA	4	Parada do equipamento maior que 120 minutos.
SEVERIDADE MEIO AMBIENTE		
Qualificador	Valor	Constante das Faixas
DESPREZIVEL	1	Nenhum impacto ambiental.
MODERADA	20	Incidente relatavel.
CRITICA	50	Impacto ambiental significativo.
CATASTROFICA	100	Impacto ambiental significativo (Legislação)
SEVERIDADE OPERAÇÃO		
Qualificador	Valor	Constante das Faixas
DESPREZIVEL	1	Nenhum efeito na produção.
MODERADA	5	Disponibilidade do processo comprometido.
CRITICA	10	Redução significativa na produção.
CATASTROFICA	20	Parada total da planta.
SEVERIDADE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA		
Qualificador	Valor	Constante das Faixas
REMOTA	1	$f < = 2$ falha por ano
IMPROVAVEL	2	$2 < f < = 3$ falhas por ano
PROVAVEL	3	$4 < f < = 9$ falhas por ano
FREQUENTE	4	$f > 9$ falhas por ano
SEVERIDADE SEGURANÇA		
Qualificador	Valor	Constante das Faixas
DESPREZIVEL	1	Nenhum perigo percebido à pessoas.
MODERADA	20	Perigo potencial à pessoas.
CRITICA	50	Risco significativo à pessoas.
CATASTROFICA	100	Risco de ameaça a vida de pessoas.

Fonte: Autor (2010)

Para o cálculo da criticidade, temos:

Relacionado à Produção (CP):

$CP = [(Sev.Prod \times Sev. Ind) + Sev.CustosRep] \times Probabilidade$

Relacionado à Segurança (CS):

$Criticidade\ Seg = (Sev.Seg + Sev.CustosRep) \times Probabilidade$

Relacionado ao Meio Ambiente (CMA):

$Criticidade\ MA = (Sev.MA + Sev.CustosRep) \times Probabilidade$

A criticidade resultante (CR) será a maior valor entre as três (CP ou CS ou CMA) e obedecerá a seguinte escala: **Baixa** = $CR \leq 100$; **Média** = $100 < CR \leq 300$; **Alta** = $CR > 300$

4.1.5 Avaliação das consequências da Falha

A avaliação das consequências de cada falha funcional é realizada com auxílio do diagrama de decisão e considera os seguintes aspectos.

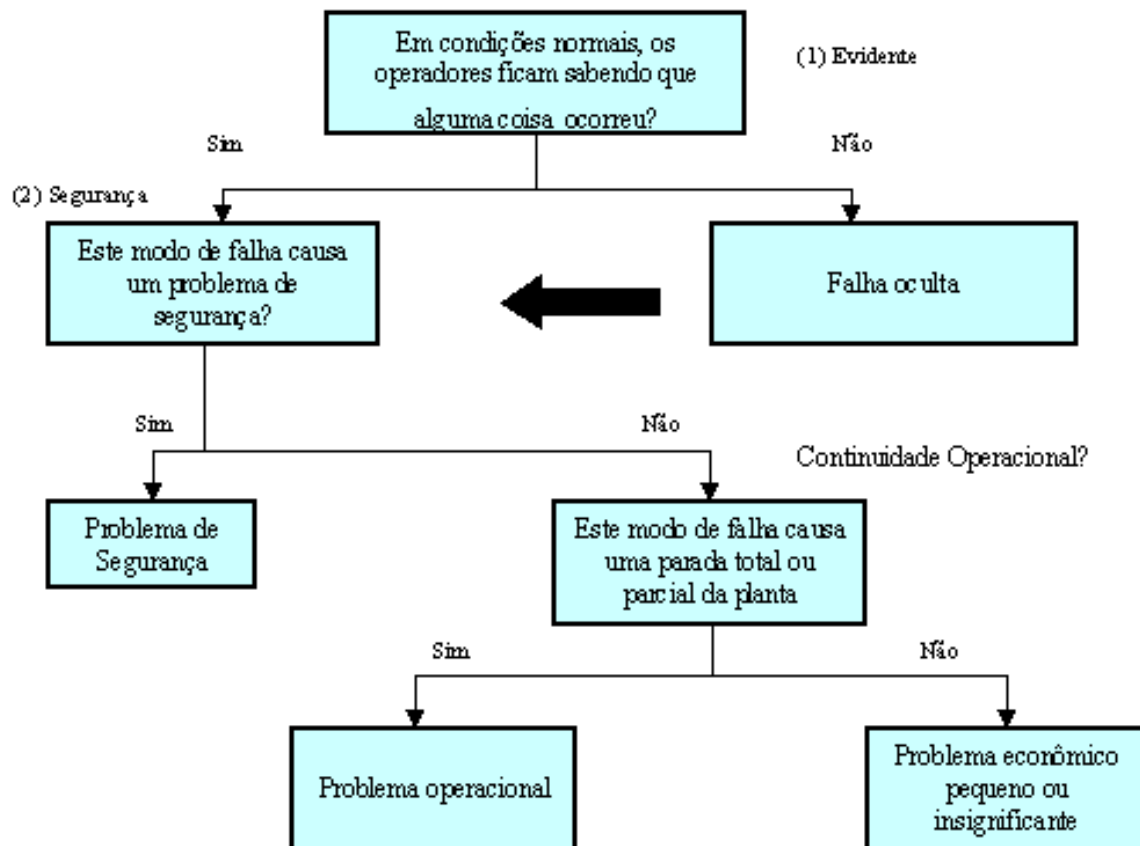
- ✓ Se a falha é oculta (O) ou evidente (EV).
- ✓ Se a falha afeta a segurança das pessoas (S).
- ✓ Se a falha afeta o Meio Ambiente (MA)
- ✓ Se a falha afeta a Continuidade Operacional (CO)

A consequência de cada cenário baseia-se na resposta a cada item descrito acima e para cada caso, uma estratégia de manutenção adequada deve ser avaliada.

4.1.6 Diagrama lógico de decisão [DD]

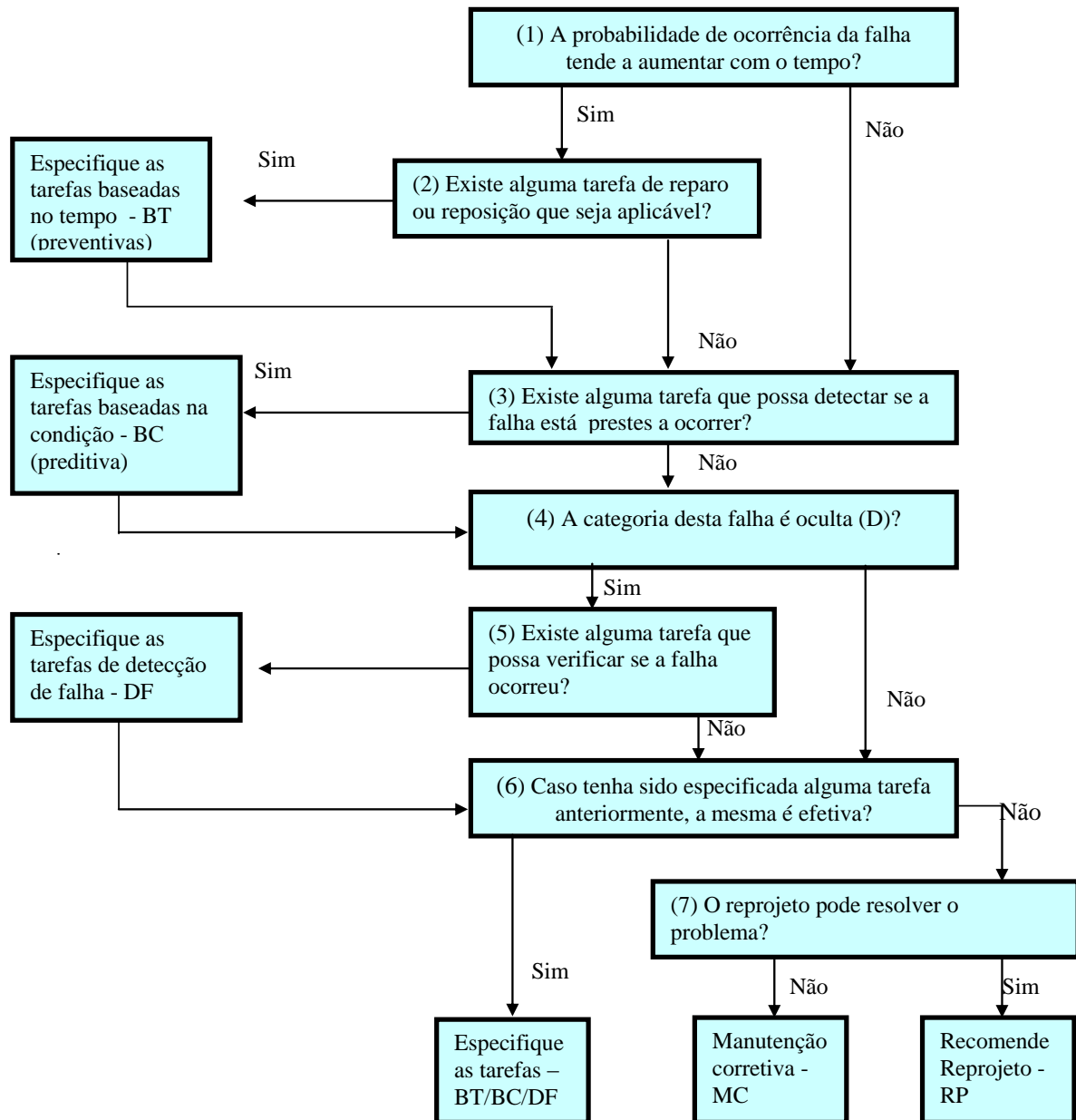
O Diagrama lógico de Decisão [DD] deve ser usado pelo líder da equipe de estudos de RCM denominado como Facilitador, para a seleção das tarefas candidatas de Manutenção preventiva, conforme figuras 14 e 15 e registradas como na figura 16.

Figura 14 - Diagrama lógico de decisão



Fonte: Ações padrão, Moubray (2000, p. 123, 127, 171, 200 e 201).

Figura 15 - Guia de Seleção de Tarefas



Fonte: Ações padrão, Moubray (2000, p.171).

Figura 16 - Sugestão de Planilha de Decisão

Planilha de Decisão RCM		Nome da Planta:										Logo				
		Sistema:														
		Sistema ID.:														
		Subsistema														
		Referências No:										Período:				
Códigos do RCM		Tipo de Falha		Impacto da Falha			Tipo de Tarefa					Descrição da Tarefa	Frequência da Tarefa	Responsável	Ferramentas e Sobressalentes	
F	FF	MF	EV	OC	S	MA	OP	BT	BC	DF	MC					
1	1A	1	X	-			X		X				Monitorar a vazão do Vazamento de Ar	Contínua	Operador	-

Fonte: Autor (2010)

- ❖ OC = Oculta
- ❖ EV = Evidente
- ❖ S = Afeta a Segurança.
- ❖ MA = Afeta o Meio Ambiente
- ❖ CO = Afeta a continuidade operacional.
- ❖ Tarefa candidata
- ❖ Frequência da tarefa
- ❖ Executor da tarefa
- ❖ Ferramentas / sobressalentes necessários

Existem basicamente três razões que justificam a adoção de tarefas de manutenção preventivas, além disso, ela precisa ser justificada por ser de custo eficiente.

1. Prevenir que falhas potenciais tornem-se falhas concretas.
2. Detectar falhas em processo.
3. Revelar falhas ocultas.

4.1.7 Definição dos tipos de Tarefas

As seguintes tarefas básicas de Manutenção são consideradas pela metodologia de RCM e contempladas na planilha de decisão:

- ✓ Tarefas Base Condição (BC), significa o mesmo que manutenção preditiva.
- ✓ Inspeções/Revisões/Substituições programadas, Base Tempo (BT).
- ✓ Teste de Detecção de Falhas, para falhas ocultas (TDF).
- ✓ Manutenção Corretiva (MC).

4.1.7.1 Tarefas Base Condição (BC)

Uma das técnicas mais conhecidas de inspeção sob condição, baseia-se nos sentidos humanos (Tato, Olfato, Audição e Visão), entretanto, essa técnica não nos fornece um intervalo preciso para monitoramento de uma falha específica, além é claro, de sua subjetividade (sem quantificação), então, para estendermos a ação desses sentidos, utilizamos técnicas avançadas para esse fim como: Ensaio por ultrassom, termografia, análises de óleos.

Os sentidos humanos são e devem continuar a serem utilizados em função de sua simplicidade e versatilidade na detecção de grande variedade de condição de falha, podendo agir imediatamente após a ocorrência desta, impedindo consequências desastrosas, enquanto que as técnicas mencionadas acima monitoram apenas um tipo de falha e enviam uma informação ao operador sem intervir no processo.

São realizadas para determinar a real condição do estado de um item, por exemplo, através de técnicas de monitoramento da condição. Existem três critérios que devem ser atendidos para que uma tarefa base condição seja considerada aplicável.

- ✓ Deve ser possível detectar queda na resistência à falha do item para um modo de falha específico.
- ✓ Deve ser possível definir uma condição de falha potencial que possa ser detectada através de uma tarefa específica.
- ✓ Deve existir um intervalo de tempo razoável entre o tempo de detecção da falha potencial (P) e o tempo em que a falha funcional torna-se concreta (F) .

As tarefas base condição também são chamadas de preditivas.

4.1.7.2 Tarefas Base Tempo(BT)

Uma revisão programada deve ser executada durante ou antes que alguma "idade limite" seja alcançada. Torna-se aplicável apenas quando os seguintes aspectos são atendidos:

- ✓ Deve haver uma idade identificável a partir da qual percebe-se um aumento acentuado na taxa de falha.
- ✓ A maioria dos itens deve sobreviver a este tempo.
- ✓ Deve ser possível restaurar a condição do item ao nível de tão bom quanto novo pela manutenção.

Uma substituição programada de um item ou partes do mesmo, numa "idade" especificada ou num prazo limite deve ser considerada. Torna-se aplicável sob as seguintes condições:

- ✓ O item a ser substituído deve estar sujeito a um alto potencial de falha (após certa idade).
- ✓ O efeito da falha do item a ser substituído deve estar associada a consequências críticas.
- ✓ Deve haver uma idade identificável a partir da qual percebe-se um aumento acentuado na taxa de falha.
- ✓ A maioria dos itens deve sobreviver a este tempo.

4.1.7.3 Teste de Detecção de Falhas (TDF)

Trata-se de um teste programado para verificação da ocorrência de falhas ocultas. O teste de detecção de falhas é considerado **preventivo**, somente do ponto de vista de que podem revelar falhas concretas, que já ocorreram, mas que permaneciam ocultas no contexto operacional. Itens ou componentes de um sistema e ou equipamentos podem degradar-se em repouso e suas falhas permanecerem ocultas até que os mesmos sejam demandados. Os testes de detecção de falhas evitam esta "desagradável surpresa".

Os testes de detecção de falhas são aplicáveis quando:

- ✓ O item deve estar sujeito à falhas funcionais, ocultas para o pessoal de operação, durante sua campanha normal.
- ✓ O item deve ser do tipo que nenhuma outra estratégia seja aplicável ou efetiva.

4.1.7.4 Manutenção Corretiva (MC) ("run to failure").

Trata-se de uma decisão deliberada de deixar os itens atuarem até a falha e só então repará-los. Cabe lembrar que, diferentemente das ações corretivas do passado na qual o equipamento parava deliberadamente, aqui, essa decisão é do homem da manutenção, que terá a seu dispor sob planejamento, todo o ferramental e sobressalentes necessários para a intervenção.

Pode ser justificada por não haver uma tarefa preventiva adequada para determinado item ou porque a relação entre os custos do reparo juntamente com os custos do impacto gerado pela falha serem menores que o custo da prevenção.

Também chamada de manutenção reativa, manutenção da quebra ou ainda manutenção não programada.

A manutenção corretiva é geralmente a que apresenta o maior custo total, por isso deve ser adotada somente quando as conseqüências associadas à falha do item forem de baixo impacto financeiro, não comprometerem a continuidade operacional e principalmente não comprometerem a segurança e o meio ambiente.

4.1.8 Frequências das Tarefas Preventivas

Para a definição das frequências ou intervalos mais adequados das tarefas de manutenção, torna-se necessário a obtenção de dados de falhas e de reparo dos ativos que serão analisados. Estas informações podem ser obtidas de uma ou mais fontes listadas abaixo:

- a) Conhecimento prévio oriundo dos registros de falhas e históricos de manutenção relativos ao item analisado ou de itens semelhantes.
- b) Dados de testes executados pelo fabricante/fornecedor do item avaliado.
- c) Bancos de dados internacionais tais como OREDA¹, Smith², ESREDA³ e outros.

A determinação das frequências de tarefas preventivas de manutenção não é uma tarefa fácil por ser baseada na Confiabilidade do item. Entretanto, não é raro o fato de que não se tenha informações de Confiabilidade, disponíveis nos bancos de dados do navio ou empresa, para serem disponibilizados. Nestes casos o facilitador deve lançar mão da literatura disponível, ver ítem C do parágrafo 3.2.8, citado acima, e também ouvir os usuários do sistema.

Ninguém conhece o ativo tão bem quanto seus usuários, ou seja, as equipes de manutenção e operação.

Fatores econômicos e de segurança devem ser levados em conta no estabelecimento dos intervalos de manutenção.

Revisões programadas assim como tarefas de substituição devem, sempre que possível, ser conciliadas. O programa de manutenção deve ser otimizado, agrupando as tarefas afins, de forma a minimizar a indisponibilidade do sistema.

¹OREDA – Offshore Reliability Data

²Reliability, Maintainability and Risk - David J. Smith

³ESREDA - European Safety, Reliability & Data Association

4.1.8.1 Critério para frequência de Tarefas base Condição

A frequência das tarefas de manutenção base condição deve ser determinada em função do período de desenvolvimento da falha. Este período é determinado entre o ponto onde a falha funcional potencial (P) torna-se detectável até o ponto de eminência a partir do qual a mesma torna-se -á efetivamente uma falha funcional concreta (F), figura 17.

Este intervalo também é conhecido como " intervalo P-F " ou ainda " intervalo para a falha".

A frequência a qual o item deve ser monitorado dependerá do nível de conseqüência da falha associada e ao intervalo P-F característica da classe do item.

$$\tau = \frac{P - F}{n}$$

O período de monitoração será então determinado pela seguinte fórmula:

Onde :

τ : Frequência de monitoração.

P : Ponto a partir do qual a falha latente pode ser detectada. Neste ponto não há ainda, falha da função.

F: Ponto a partir do qual a falha latente torna-se concreta. Limite da falha funcional.

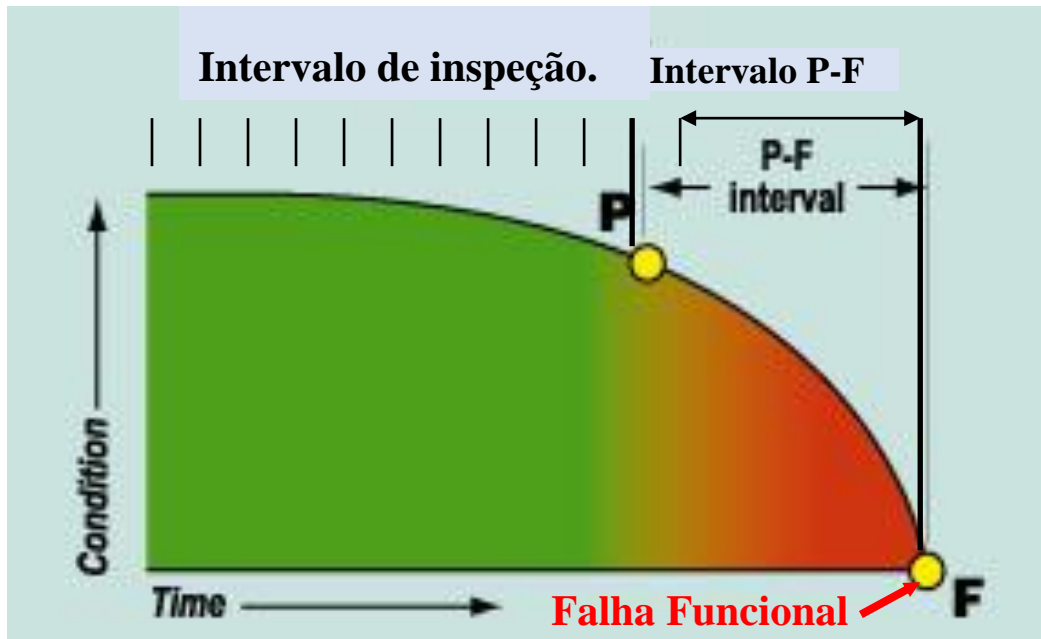
Escolha do fator n :

- ✓ Para itens cuja conseqüência da falha afete a segurança, usa-se $n=3$. Isso significa programar duas avaliações de condição dentro do intervalo P-F.
- ✓ Para os demais itens, usa-se $n = 2$. O que de forma análoga significa programar uma avaliação de condição dentro do intervalo P-F.

O conceito é que uma avaliação de condição programada dentro do intervalo P-F permite a detecção e conseqüentemente a correção da falha latente antes que esta se torne concreta.

Quanto maior o fator n, maior o número de avaliações de condição dentro do intervalo P-F e menor a chance de uma falha potencial transformar-se em falha concreta neste intervalo.

Figura 17 - Intervalo P-F



Fonte.: Moubray (2000, p.146).

No limite dessa abordagem, quando o intervalo P-F é muito curto, monitoramento contínuo (sistemas instrumentados, intertravamentos, etc.) deve ser considerado. De outra forma pode-se não ter tempo hábil para uma ação proativa. Contudo, monitoramento contínuo é consideravelmente mais caro e sua implementação deve ser justificada em custo, o que só ocorrerá para itens cuja consequência da falha seja muito crítica para o sistema.

4.1.8.2 Critério para determinação da frequência de Testes de detecção de Falhas

O critério para estabelecimento da frequência de teste de detecção de falhas ocultas, é função da disponibilidade requerida para o item (usualmente com função de segurança) e do tempo médio entre falhas da classe do item avaliado (MTBF). A tabela 2 abaixo ilustra as faixas a serem usadas.

Tabela 2-Critério para frequência de TDF

Disponibilidade (%)	Intervalo de TDF f (MTBF)
99.99	(0.01 to 0.02) % of MTBF (Segurança)
99.95	0.10% of MTBF
99.90	0.20% of MTBF
99.50	1 % of MTBF
99.00	2 % of MTBF
98.00	4 % of MTBF (processo)
95.00	10 % of MTBF

Fonte: Moubray (2000, p.178).

4.1.8.3 Critério para frequência de Revisões e substituições programadas (BT)

Para estas tarefas, usa-se como critério a aplicação de um percentual da vida útil do item. Este fator varia de 0,65 para itens cuja consequência da falha afete a segurança a 1, ou seja a própria vida útil estimada do item, quando o impacto da falha afete apenas a continuidade operacional.

Tabela 3- Frequencias

Modos de Falha	Tarefa de Manutenção	Dados de Falha	Consequência	Frequência da tarefa
Incipientes	Base Condição	Intervalo P-F	SMS	$\frac{1}{3}$ P-F
			O	$\frac{1}{2}$ P-F
Falhas Aleatórias	Teste de Detecção de Falhas	MTBF ou Taxas de Falha	Todas SMS/O	% MTBF
	Base Condição	Intervalo P-F		$\frac{1}{n}$ P-F
Desgaste Relacionadas ao tempo	Revisão/substituição programada	Vida Útil	SMS	65 % da vida útil
			O	vida útil

Fonte: Banco de Dados Bureau Veritas ATL

5 CONCLUSÃO

De acordo com Moubray (2000), a utilização da ferramenta RCM para elaboração dos planos de manutenção, além de proporcionar o conhecimento detalhado dos ativos, bem como, seus comportamentos de falhas ao longo de suas vidas úteis, propicia uma integração maior entre os operadores e mantenedores, fato que resulta em grande motivação pessoal para o desempenho individual de cada participante para a continuidade operacional.

A utilização da RCM em embarcações do *Offshore*, pode estender-se à todos os navios, com vários pontos favoráveis, visto que os operadores (Oficiais de Máquinas) são também em muitos casos, os mantenedores dos equipamentos, entretanto é essencialmente necessário a participação de gerentes, coordenadores e técnicos representantes, para que as análises não fiquem apenas a mercê de uma única pessoa.

Os planos de manutenção obtidos e ou ratificados por esta metodologia (da RCM), tendem a ser mais objetivos e consequentemente mais eficazes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

http://www.academia.edu/6821815/Resumo_Livro_Manutencao_Kardec

Acesso: 19/04/2015.

<http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>

Acesso: 19/04/2015

MOUBRAY, John. *RCM II - Reliability- Centred Maintenance. Second Edition*, 2000. Ed. Aladon Ltd – UK

_____ *Maintenance Management - A New Paradigma, Third Annual Conference of the society of Maintenance & Reliability Professionals. Chicago Illinois. 2-4 October 1995.*

SINTEF industrial Management - *Offshore Reliability Data (OREDA) - 4th edition* - Trondheim -Norway - 2002.

THE ENGINEERING SOCIETY FOR ADVANCING MOBILITY LAND SEA AIR AND SPACE - NORMA SAE JA 1011: 1999. *Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. American National Standard 1999*

_____ - NORMA SAE JA1012:2002. *A guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard. American National Standard 2002*

PINTO, Alan Kardec e Xavier, Julio de Aquino Nascif. **Manutenção – Função Estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PIRES, Fernando Andrade – “A Importância da Manutenção na Gestão dos Sistemas Produtivos” - Monografia de Graduação em Engenharia de Controle e

Automação - UFOP, 2005

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.