



**SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
XXX.YY  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO XII  
GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DA MANUTENÇÃO - GMI**

**AUDITORIA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE**

**Iony Patriota de Siqueira \***

**COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO**

**RESUMO**

Este trabalho propõe uma metodologia de auditoria dos processos normativos de manutenção em uma organização, objetivando verificar o nível de aderência dos métodos utilizados com os preceitos e conceitos das normas SAE International (Society of Automotive Engineers) sobre Manutenção Centrada na Confiabilidade. A primeira parte resume a metodologia MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade), seguida da classificação dos aspectos normalizados pela SAE. A segunda parte introduz uma escala de conformidade, utilizada para avaliar o nível de desenvolvimento da MCC na organização, pelo grau de atendimento aos preceitos destas normas. A última parte trata da documentação do processo de auditoria, através da estruturação do checklist de avaliação para cada item da norma SAE, e do relatório de auditoria, indicando o grau de conformidade da organização, e os pontos de deficiência sugeridos para melhoria.

**PALAVRAS-CHAVE**

Manutenção Centrada na Confiabilidade, RCM, MCC, Auditoria, Manutenção.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O recente processo de globalização da economia redefiniu os objetivos empresariais em muitos empreendimentos industriais. Além de remunerar o capital investido, muitas organizações devem também atender a estritos critérios de segurança, respeito e preservação do meio-ambiente. Cabe à manutenção a responsabilidade de preservar estes critérios, nas instalações existentes, e exigí-los nas instalações futuras.

Para garantir o atendimento a estes critérios, além dos aspectos técnicos inerentes à manutenção, os organismos de normalização e a sociedade em geral têm exigido o atendimento a normas reconhecidas internacionalmente. Este processo ocorre, de preferência, por auditorias operacionais e de gestão, internas ou externas, conduzindo preferencialmente a uma certificação.

A publicação, em 1999, da primeira norma internacional sobre RCM, SAE JA1011 (1), seguida em 2002 pelo guia SAE JA1012 (2), elevam a RCM a um status de normalização diferenciado em relação às demais metodologias de manutenção. Além de clarificar os conceitos, estas normas permitem a introdução de auditorias operacionais e de processo, segundo as normas ISO 9000, em especial a norma NBR ISO 10011 (3). Após um resumo da MCC, este informe propõe uma metodologia de auditoria baseada nestes documentos.

**2.0 - MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE**

\*Rua José Nunes da Cunha, 5336, Apto 701A- CEP 54440-030 – Bairro de Candeias – Jaboatão - PE - BRASIL  
Tel.: (081) 34692528 - Fax: (081) 34692528 - e-mail: [iony@tecnix.com.br](mailto:iony@tecnix.com.br)

A Manutenção Centrada na Confiabilidade constitui-se em uma metodologia de identificação de necessidades de manutenção em processos físicos ou industriais (4,5). Originária da indústria aeronáutica na década de 70, a MCC, após adoção pela indústria bélica americana, estendeu-se às áreas nuclear e de energia, atingindo hoje praticamente todos os setores da indústria moderna. Além de recomendar atividades preventivas, a MCC define um modelo consistente para associar cada atividade ao modo de falha subjacente. O processo utilizado consiste na resposta a um conjunto estruturado de questões que identificam, seqüencialmente, os seguintes aspectos do equipamento:

- **Funções principais** - o que o usuário espera;
- **Falhas funcionais** - perdas de funcionalidade;
- **Modos de falhas** - eventos causadores das falhas;
- **Efeitos das falhas** - desdobramento das falhas;
- **Conseqüências das falhas** - impactos resultantes.

Com base nas conseqüências das falhas (no ambiente, segurança, operação e economia do processo), a metodologia propõe, através de uma lógica estruturada, as tarefas mais aplicáveis e efetivas para combater cada modo de falha, entre as seguintes opções:

- **Serviço Operacional** - Suprir, lubrificar, limpar, etc;
- **Inspeção Preditiva** - Detectar falhas potenciais;
- **Inspeção Funcional** - Localizar falhas ocultas;
- **Restauração Preventiva** - Recuperar antes da falha;
- **Substituição Preventiva** - Substituir antes da falha;
- **Reparo** - Recuperar ou substituir após a falha.

Na impossibilidade técnica-econômica de uma ou mais destas atividades, a MCC recomenda operar até que a falha ocorra e reparar, ou, em casos de ameaça à segurança ou ao meio-ambiente, realizar uma revisão do projeto.

### 3.0 - AUDITORIA DE MANUTENÇÃO

A auditoria constitui-se em uma ferramenta auxiliar no desenvolvimento da Manutenção Centrada na Confiabilidade. A partir da comparação das práticas adotadas com padrões normalizados internacionalmente, obtém-se uma imagem nítida da situação da empresa, com indicadores de pontos de excelência e deficiência, e recomendações de melhoria específicas para cada caso.

A auditoria de manutenção consiste em um exame detalhado e objetivo dos sistemas e procedimentos utilizados por uma organização para definição dos requisitos de manutenção. Quando desenvolvida em estrita consonância com as normas internacionais, pode ser aplicada antes da introdução da MCC, para avaliar o grau de aderência dos processos correntes aos princípios da norma, e principalmente, após a implantação da MCC, como forma de quantificar em que áreas a empresa atingiu níveis de excelência na Manutenção Centrada na Confiabilidade, e em que áreas são necessárias melhorias. As auditorias internas e externas, serão requisitos obrigatórios para certificação da qualidade do processo de engenharia de manutenção, segundo a série de normas NBR ISO 9000.

A metodologia de auditoria proposta neste trabalho é baseada nas normas SAE JA1011 e SAE JA1012, destinando-se a identificar e avaliar a qualidade e conformidade dos processos de manutenção de uma organização. Uma escala de pontuação é utilizada para classificar os aspectos normalizados, em classes crescentes de excelência e conformidade em relação aos princípios da norma. A metodologia proposta segue as diretrizes para auditoria de sistemas de qualidade, normalizada pela norma NBR ISO 10011.

### 4.0 - OBJETIVOS DA AUDITORIA

Um processo de auditoria de manutenção analisa as práticas de engenharia de manutenção de uma organização, buscando atingir um ou mais dos seguintes objetivos:

- Melhorar o planejamento das atividades de manutenção;
- Melhorar a execução da manutenção;
- Avaliar o estágio atual de desenvolvimento da engenharia de manutenção;
- Alertar os níveis superiores da organização sobre a necessidade de melhorias;
- Relatar, por fonte externa independente, a situação atual da manutenção;
- Comparar o estágio da empresa com as melhores práticas de manutenção;
- Recomendar melhorias contínuas no processo de manutenção;
- Acompanhar o progresso do plano de manutenção na empresa;
- Aferir o ponto de partida para o plano estratégico da manutenção;
- Comparar objetivamente as diversas instalações da empresa;

- Avaliar serviços contratados de consultoria e manutenção.

Estes objetivos tornam-se claros se a auditoria toma como referência os princípios normalizados da MCC, para estruturação do processo. Quando realizada internamente, objetiva fornecer à alta administração dados sobre o desempenho do sistema de gestão da qualidade da manutenção, através das não-conformidades detectadas. Quando realizada externamente, por auditores independentes, poderá fazer parte obrigatória de um processo formal de certificação da qualidade por um Organismo Certificador da Qualidade (OCQ).

## 5.0 - PROCESSO DE AUDITORIA

Como em todo processo de auditoria externa, auditar o processo de Manutenção Centrada na Confiabilidade consiste em uma série de etapas, tradicionais da Auditoria Operacional e de Gestão, como listadas a seguir:

- Estabelecer os objetivos e expectativas da auditoria;
- Coletar os documentos necessários da organização auditada;
- Explicar a metodologia e objetivos aos principais envolvidos;
- Visitar as instalações de planejamento e execução auditadas;
- Entrevistar responsáveis pelos processos, com questionários padronizados;
- Testar in-loco os sistemas informatizados quanto à aderência à MCC;
- Verificar os sistemas e registros manuais de manutenção;
- Discutir as constatações com os responsáveis antes das conclusões finais;
- Apresentar os comentários, observações e recomendações de melhorias;
- Tabular e escalonar todos os itens auditados;
- Apresentar as eventuais medidas imediatas de melhoria;
- Elaborar e apresentar o relatório final com todas as propostas de melhoria;

Estas etapas são geralmente agrupadas em macroatividades de auditoria, constando de uma reunião de abertura, levantamento de dados, análise de dados e reunião de encerramento, para apresentação dos resultados. O levantamento de dados é realizado através de um check-list de acompanhamento de todo o processo.

## 6.0 - CHECK-LIST DE AUDITORIA

O processo usado consiste na avaliação de um check-list completo dos requisitos exigidos por norma para que um processo seja adequadamente classificado como Manutenção Centrada na Confiabilidade. O check-list contém uma série de afirmativas relacionadas a aspectos específicos do processo de engenharia de manutenção, construído segundo os seguintes critérios:

- Avaliar o nível de aderência da engenharia de manutenção com a MCC;
- Sistematizar os critérios de avaliação para cada item auditado;
- Permitir a comparação entre vários aspectos da MCC;
- Identificar as oportunidades de melhorias e economias no processo MCC; e
- Associar os comentários e recomendações com o item auditado.

O check-list completo contém 49 itens de verificação, correspondentes aos 49 nove critérios estabelecidos pela norma SAE JA1011, os quais devem ser analisados e classificados pelo auditor em classes padronizadas, permitindo a identificação de pontos de excelência e deficiência, e separação dos tópicos em níveis de desenvolvimento relativos. A Auditoria envolve a análise dos diversos aspectos normalizados pela SAE para a MCC, tais como:

1. **Funções** – identificação das funções das instalações;
2. **Falhas Funcionais** – identificação das falhas de cada função;
3. **Modos de Falha** – identificação dos modos de cada falha;
4. **Efeitos das Falhas** – identificação dos efeitos provocados por cada falha;
5. **Conseqüências das Falhas** – avaliação das conseqüências de cada falha;
6. **Processo de Seleção** – critérios de seleção das atividades de manutenção;
7. **Atividades Programadas** – classificação das atividades de manutenção;
8. **Inspecões Preditivas** – critérios adotados para atividades preditivas;
9. **Substituições Preventivas** - critérios adotados para substituições;
10. **Restaurações Preventivas** - critérios adotados para restaurações;
11. **Inspecões Funcionais** – critérios adotados para ensaios funcionais;
12. **Mudanças de Projeto** – critérios adotados para mudar o projeto;
13. **Reparos Funcionais** – razões para não realizar manutenções;
14. **Fórmulas Matemáticas e Estatísticas** – solidez/aceitação pelos usuários.

Note-se que a correta identificação das funções corresponde ao que, nos programas de qualidade, costuma-se associar ao foco no cliente e seus requisitos de manutenção. Todos estes aspectos são normalizados na MCC, facilitando a análise de conformidade e qualidade da manutenção.

## 7.0 - ANÁLISE DE CONFORMIDADE

O processo sugerido para auditoria consiste na verificação de conformidade com todos os 49 itens da norma SAE JA1011. Cada método adotado na empresa é avaliado e qualificado segundo cinco critérios de conformidade, descritas na Tabela 1:

Tabela 1 – Critérios de Conformidade em Auditoria

| ITEM | CRITÉRIO    | DESCRIÇÃO  |
|------|-------------|--|
| A    | Correto     | Auditado e em conformidade com o conceito normalizado      |
| B    | Documentado | Registrado e arquivado em formato permanente e prazo fixo  |
| C    | Revisado    | Atualizado periodicamente                                  |
| D    | Auditado    | Conferido por auditor independente e interno               |
| E    | Divulgado   | Informado e disponibilizado para acesso pelos interessados |

A análise deve considerar o texto pertinente da norma, acrescido das especificidades de cada tecnologia utilizada na empresa. Destaque-se que o item A (Correto) refere-se à adequabilidade e conformidade técnica com que este aspecto é tratado na empresa, segundo os princípios de engenharia vigentes e geralmente aceitos para cada especialidade. Os demais itens (B, C, D e E) tratam dos aspectos documentais e de difusão do conhecimento da engenharia de manutenção, no ambiente auditado, em conformidade com a norma. A lista a seguir resume as não-conformidades mais comuns encontradas em cada critério:

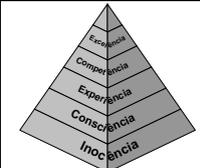
- **Correto** - executado de forma contraditória à norma, ou aos princípios aceitos de engenharia;
- **Documentado** - falta de documentação em mídia permanente ou arquivamento inadequado;
- **Revisado** - ausência ou inadequação da periodicidade para as revisões;
- **Auditado** - ausência, inadequação da periodicidade, ou descumprimento das recomendações das auditorias;
- **Divulgado** - Inexistência ou deficiência de divulgação do processo de análise processual da MCC;

Qualquer destas não-conformidades pode comprometer a credibilidade do processo adotado e o nível de qualidade da manutenção,

## 8.0 - NÍVEIS DE QUALIDADE

Considerando que cada item acima independe dos demais, pode-se pontuar cada tópico e estabelecer uma escala de excelência composta de 5 níveis, onde o nível mais alto corresponde ao atendimento integral dos 49 aspectos padronizados da MCC, segundo a norma SAE JA1011. Os 245 (49 x 5) pontos possíveis são rateados igualmente e cumulativamente pelos demais níveis, formando uma hierarquia de cinco estágios, de acordo com a pontuação obtida na auditoria, segundo a Tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de Conformidade da MCC

|   | CONFORMIDADE | DESCRIÇÃO                                   | PONTOS    |
|---|--------------|---|-----------|
|  | Inocência    | Quase nenhum requisito da MCC é atendido    | 0 a 49    |
|   | Consciência  | Poucos requisitos da MCC são atendidos      | 50 a 99   |
|   | Experiência  | Vários requisitos da MCC são atendidos      | 100 a 149 |
|   | Competência  | Maioria dos requisitos da MCC são atendidos | 150 a 199 |
|   | Excelência   | Quase todos os requisitos da MCC atendidos  | 200 a 249 |

Estes níveis também são utilizados para classificar os itens de acordo com os critérios de conformidade da Tabela 1. Se os níveis forem normalizados em percentuais, para cada item da norma, poderão ser representados em um gráfico tipo radar, conforme ilustrado na Figura 3.

Este gráfico ilustra adequadamente o perfil do nível de conformidade da manutenção da unidade auditada, em relação à norma SAE JA1011, identificando, no relatório de auditoria, os aspectos onde a empresa precisa melhorar. Além da unidade organizacional, este gráfico pode ser gerado por instalação, processo, equipamento, etc.

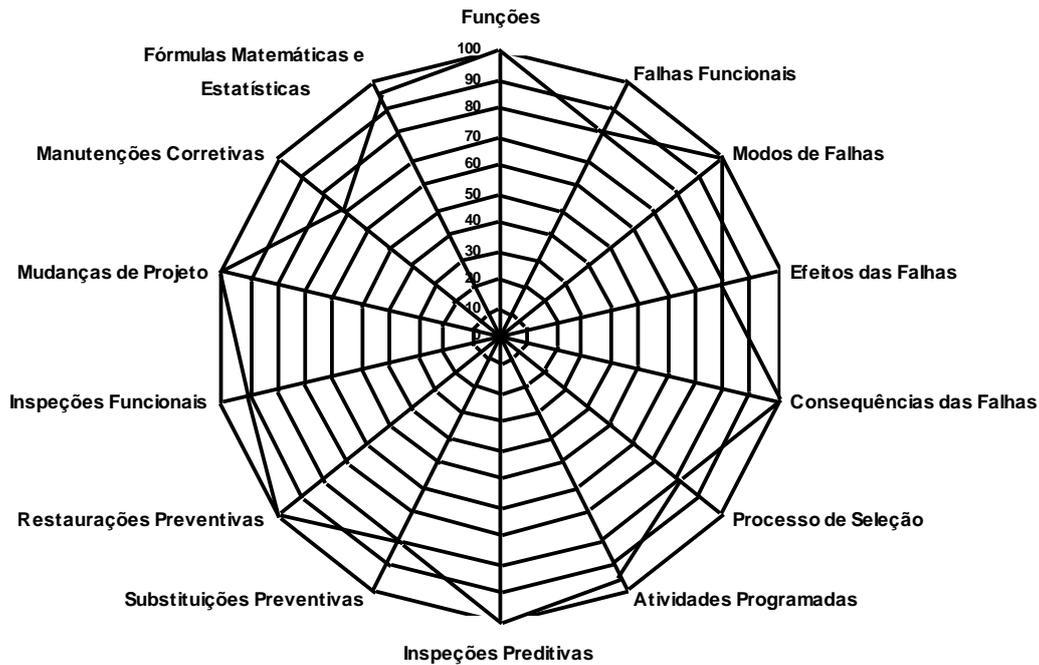


Figura 3 – Diagrama Radar de Auditoria

## 9.0 - RELATÓRIO DE AUDITORIA

Como produto final do trabalho de auditoria, o relatório deverá registrar todos os fatos e conclusões importantes, bem como as recomendações de correções e melhorias nos processos de MCC adotados na organização. Assinado pelos auditores responsáveis, deve, de preferência, seguir a itemização da Norma ISO 10011, e conter, quando aplicável, os seguintes itens:

- Escopo e objetivos da auditoria;
- Detalhes do programa de auditoria;
- Identificação da equipe de auditoria;
- Identificação da organização auditada;
- Identificação dos representantes do auditado;
- Documentos de referência utilizados;
- Observações de não-conformidades; e
- Avaliação da extensão de conformidade com a norma aplicável.

Sugere-se que as não-conformidades sejam tabuladas, para fácil referência, usando os macro itens da norma SAE JA1011 com os critérios de conformidade da Tabela 1. A Tabela 3 ilustra uma forma típica desta tabulação.

Tabela 3 – Não-conformidades da MCC

| Item                      | Correto | Documentado | Revisado | Auditado | Divulgado |
|---------------------------|---------|-------------|----------|----------|-----------|
| Funções                   |         |             |          |          |           |
| Falhas Funcionais         |         |             |          |          |           |
| Modos de Falha            |         |             |          |          |           |
| Efeitos das Falhas        |         |             |          |          |           |
| Consequências das Falhas  |         |             |          |          |           |
| Processo de Seleção       |         |             |          |          |           |
| Atividades Programadas    |         |             |          |          |           |
| Inspeções Preditivas      |         |             |          |          |           |
| Substituições Preventivas |         |             |          |          |           |
| Restaurações Preventivas  |         |             |          |          |           |
| Inspeções Funcionais      |         |             |          |          |           |
| Mudanças de Projeto       |         |             |          |          |           |
| Reparos Funcionais        |         |             |          |          |           |
| Fórmulas Matemáticas      |         |             |          |          |           |

As células desta tabela deverão conter as descrições das não-conformidades, relacionadas aos conceitos técnicos utilizados, ao sistema de documentação, revisão, auditoria e divulgação de resultados. A verificação da aderência à norma deverá ser registrada através de um processo consistente e sistemático de documentação.

## 10.0 - DOCUMENTAÇÃO DA AUDITORIA

A exemplo de todas as etapas da MCC, o resultado do processo de auditoria deverá ser documentado para referência futura e relatoria. A planilha a seguir ilustra o modelo de formulário sugerido para registrar as não-conformidades e evidências objetivas de todos os resultados da análise, e servir como guia estruturado, evitando a omissão de pontos importantes. Evidências objetivas são dados e informações, qualitativas ou quantitativas, cuja veracidade pode ser comprovada, baseadas em fatos obtidos através de inspeções ou entrevistas, sem margens de contestação lógica, registrados na coluna de Observações nesta planilha.

| Auditoria de Manutenção Centrada na Confiabilidade                                |   |                  |         |             |          |          |             |       |            |       |
|---|---|------------------|---------|-------------|----------|----------|-------------|-------|------------|-------|
|  | Unidade   |                  |         | Código      |          |          | Facilitador |       | Data       | Folha |
|   | Item  |                  |         | Código      |          |          | Auditor     |       | Data       | De    |
| ITEM  | DESCRIÇÃO   | NORMA SAE JA1011 | Correto | Documentado | Revisado | Auditado | Divulgado   | TOTAL | OBSERVAÇÃO |       |
|   |   |                  |         |             |          |          |             |       | A          | B     |
| 1   | FUNÇÕES   | 5.1              |         |             |          |          |             | TOTAL | OBSERVAÇÃO |       |
| 1.1   | Definição do contexto operacional da instalação   | 5.1.1            |         |             |          |          |             |       |            |       |
| 1.2   | Identificação de todas as funções da instalação/sistema (primárias/secundárias/protetivas)                                | 5.1.2            |         |             |          |          |             |       |            |       |
| 1.3   | Definições de todas as funções contem um verbo, um objeto, e um padrão de desempenho (quantificado em cada caso possível) | 5.1.3            |         |             |          |          |             |       |            |       |

## 11.0 - CONCLUSÕES

A disponibilidade de normas internacionais sobre a MCC permite a realização de auditorias formais em processos de manutenção, segundo os critérios tradicionais de garantia de qualidade. Este informe apresentou uma metodologia de auditoria aplicável à Manutenção Centrada na Confiabilidade, segundo as normas SAE JA1011/12. O método inclui um processo sistemático de documentação da auditoria, através de checklist de avaliação para cada item da norma SAE, e de um relatório de auditoria, indicando o grau de conformidade da organização e os pontos de deficiência identificados para melhoria. A auditoria pode ser aplicada antes e após a implantação da MCC, permitindo aferir o grau de aderência da manutenção com a norma internacional. Uma escala de conformidade foi apresentada para avaliar o nível de desenvolvimento da MCC na organização.

## 12.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SAE International, "Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes", SAE JA1011, Warrendale, PA, USA, 1999.
- (2) SAE International, "A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard", SAE JA1012, Warrendale, PA, USA, 2002.
- (3) NBR ISO 10011 – "Diretrizes para Auditoria de Sistemas de Qualidade", ABNT, 1993.
- (4) MOUBRAY, J., "Reliability-Centered Maintenance", Butterworth Heinemann, Oxford, 1994.
- (5) SMITH, A.M., HINCHELIFFE, G.R., RCM – Gateway to World Class Maintenance, Elsevier, New York, USA, 2004
- (6) SIQUEIRA, I. P., "Manutenção Centrada na Confiabilidade – Manual de Implementação", Notas de Aula do Curso de Pós-Graduação em Gestão da Manutenção, UFPE, 2004.