



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

FI/GSE/08
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – VIII

GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTO DE ALTA TENSÃO - GSE

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE SECCIONADORES FRENTE A MUDANÇA DE POLÍTICA DE MANUTENÇÃO APLICADA

Jorge Carlos da Silva(*)
CEMIG GT

Anderson Vinícius de Almeida Brasil
SPEC Planejamento Engenharia Consultoria

Romulo Miranda Teixeira
CEMIG GT

RESUMO

Os seccionadores quantitativamente representam cerca de 1/4 da base de ativos de equipamentos de transformação e manobra de uma concessionária. Este quantitativo impacta em recursos, desligamento de barras e funções de transmissão para realização das atividades de manutenção contidas na política de manutenção adotada. Este trabalho demonstra o estudo realizado pela CEMIG GT abordando os seccionadores de sua base e os registros de manutenção no período de 2002 e 2012. Foram consideradas as demandas de recurso para manutenção, frente às diferentes políticas de manutenção adotadas na empresa demonstrando o resultado destas políticas de manutenção.

PALAVRAS-CHAVE

Seccionador, Política de manutenção, desempenho de equipamento, gestão de ativos, manutenção preventiva, manutenção, preditiva, manutenção sob condição.

1.0 - INTRODUÇÃO

Os seccionadores têm como função básica e normativa isolar e prover distância de segurança em equipamentos e circuitos, seja para manutenção, ou por necessidade operativa. Em termos quantitativos representam uma parcela considerável na base de ativos dos concessionários do sistema elétrico. Em 2012 representavam 23% do total de 6.650 equipamentos de transformação e manobra do sistema de Transmissão da Cemig GT, contabilizados os seccionadores com tensão de operação de 69 kV até 500 kV. Este quantitativo impacta em recursos para realização de atividades de manutenção, que em função da política de manutenção adotada, pode requerer o seccionador fora de serviço e isolado. Para atender a este requisito, faz-se necessário desligar e isolar partes de barras ou funções de transmissão.

A evolução do plano de manutenção da CEMIG GT para este ativo passa por atividades puramente preventivas, centrada em ensaios e verificações. O Plano iniciado na década de 1970 e em 2003 houve uma revisão na periodicidade e já em 2009 foram agregadas atividades detectivas e preditivas, o que permitiu adotar mais intensamente a manutenção sob condição, em substituição a manutenção preventiva clássica. Estas modificações no plano foram implementadas com base no conhecimento adquirido pelas áreas de engenharia e execução da manutenção.

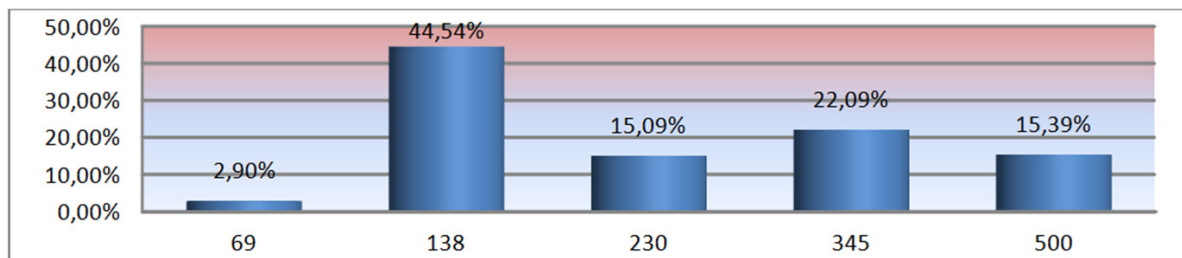
O ambiente atual com destaque aos aspectos econômicos e regulatórios demanda do planejamento da manutenção o uso inteligente e otimizado dos recursos, visando a disponibilidade do ativo. Neste contexto este trabalho analisa as ordens e notas de manutenção (OM e NM) de seccionadores registrados no sistema de gestão de manutenção da CEMIG GT no período de 2002 a 2012, quantificando e qualificando a mão de obra utilizada, discriminando os tipos de manutenção adotada comparando a variação da curva de defeito / falha. Com base neste estudo, é proposta uma nova política de manutenção geral para seccionadores

(*) Av. Barbacena, 1200 14º andar, ala B1 – CEP 30.190-131 Belo Horizonte MG – Brasil
Tel: (+55 31) 3506-4379 Email: jorginho@cemig.com.br

2.0 - QUANTIFICAÇÃO DE SECCIONADORES DA CEMIG GT

A base de ativos da CEMIG GT, conta com 1.682 seccionadores. Nesta base não estão contabilizados os seccionadores de pórticos de 13,8 kV, 23 kV e 34,5 kV. A distribuição desta base por nível de tensão é apresentada no Gráfico 1, onde se verifica que a maior parte é constituída por seccionadores de 138 kV, seguido pelos seccionadores de 345kV e 500 kV.

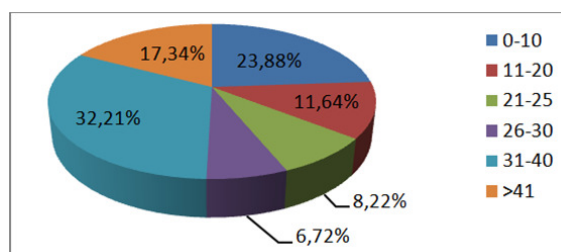
Gráfico 1 - Distribuição do parque de seccionadores por nível de tensão.



Fonte: Sistema de Gestão da Manutenção CEMIG GT, base 2012.

A depreciação contábil de seccionadores segundo ANEEL [1] ocorre com 30 anos. Seguindo este critério, praticamente metade dos seccionadores da empresa está totalmente depreciada, conforme demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Distribuição percentual de seccionadores segundo a idade (anos) – CEMIG GT



Fonte: Sistema de Gestão da Manutenção CEMIG GT, base 2012

A base de seccionadores da CEMIG GT apresenta uma alta diversidade de modelos. Esta diversidade tende a dificultar na criação de um padrão de plano de manutenção considerando as recomendações dos fabricantes. Os 1.682 seccionadores estão divididos em 135 modelos, sendo que 20% ou 31 modelos tem apenas uma unidade instalada, 40 modelos tem entre duas e 4 unidades instaladas. Outros 23 modelos tem entre 5 e 10 unidades instaladas. Verifica-se que praticamente 50% dos modelos tem menos que 4 unidades instaladas.

3.0 - HISTÓRICO DA POLÍTICA DE MANUTENÇÃO PARA SECCIONADORES

A CEMIG na história do seguimento de transmissão teve algumas mudanças formais em sua política de manutenção. Até 1970 utilizava o Método de Manutenção Preventiva – MMP, que tinha por objetivo realizar a programação de indisponibilidades para manutenção e obras. A partir de 1970 foi implantado o Método de Controle e Manutenção Programada – MecMap, este tido como aprimoramento do antecessor visava estabelecer através de parâmetros e métricas aplicadas aos resultados e medições das atividades de manutenção, conhecer o estado de desgaste e envelhecimento dos equipamentos, com maior foco no controle [2].

O MecMap é fortemente baseado na manutenção preventiva e estabelece para seccionadores as atividades de manutenção do tipo Controle 1 – C1 que são realizadas sem o desligamento do equipamento e as atividades do tipo Controle 2 – C2 que são realizadas com o equipamento desligado. Este método passou por algumas revisões em 2003 e 2009, sendo utilizado até 2010.

Em 2010 foi implantado o Projeto Prisma que abarca além da manutenção preventiva, outros tipo de manutenção como a detectiva e preditiva. Com estas novas atividades estabelecem-se bases para que ações de troca, substituição, ajustes, etc. possam ser realizadas sob condição e não apenas periodicamente.

3.1 Revisões na política de manutenção até 2009

A primeira revisão do plano de manutenção realizada após a criação da CEMIG GT ocorreu em 2003. Nesta revisão a periodicidade de C2 passou de 36 meses para uma faixa de 36 a 60 meses, aproveitando desligamentos. No período entre 2003 e 2005 a transmissão realizou um piloto para avaliar a implantação da manutenção centrada na confiabilidade – MBC na transmissão. A conclusão foi que a implantação plena desta metodologia não seria vantajosa para a transmissão à época. [3].

Como resultado deste projeto piloto houve a revisão de atividades e periodicidades de manutenção dos equipamentos de transformação e manobra. Esta revisão, implementada na totalidade em 2009, foi balizada no conhecimento do grupo de trabalho formado por engenheiros e técnicos de engenharia e execução da manutenção sob a aplicação dos conceitos e filosofia do MBC, definição de modos de falha, determinação de causa raiz, etc.

No caso específico dos seccionadores, os ensaios elétricos preventivos deixaram de ser executados, pois as eventuais anormalidades detectadas por estas atividades de manutenção poderiam também ser detectadas por outras atividades como a termovisão, inspeção visual e teste operativo. A Tabela 1 apresenta sucintamente as revisões realizadas.

Tabela 1 – Evolução periodicidade de ensaios elétricos preventivos em seccionador (Meses)

Seccionador	Até 2002	2003	2009
Com comando Motorizado	36	36 a 60	Sob condição
Com comando Hidráulico	36	36 a 60	Sob condição
Com ponto de lubrificação na parte ativa	-	-	72
Com comando Manual	36	Sob condição	Sob condição
Teste operativo	-	-	12

3.2 O Projeto Prisma – Manutenção Preventiva preditiva e detectiva

O projeto Prisma estabelece novos conceitos e nomenclaturas assim como atividades de Manutenção. As atividades preventivas não mais são chamadas de controle 1 ou 2, mas de ensaios elétricos. A inspeção visual passa a ser classificada como inspeção preditiva, assim como a termográfica. A Tabela 2 mostra o resumo das atividades e periodicidades em vigor para seccionadores.

No caso de seccionadores, os ensaios elétricos não são mais realizados como na antiga inspeção C2, sendo realizada apenas lubrificação quando indicada pelos fabricantes.

Tabela 2 - Periodicidade de manutenção em seccionador, Projeto Prisma CEMIG GT – 2010

Tipo de atividade	Descrição	Periodicidade meses
Preventiva	Lubrificação	36 a 72 meses
Preditiva	Inspeção visual	1 a 3
	Termografia	6
Detectiva	Teste operativo	12

3.3 Recomendação de manutenção nos manuais dos fabricantes

Os manuais dos fabricantes [8] de forma geral trazem a informação de manutenção em alto nível de abstração, não tratando com objetividade as atividades e periodicidades recomendadas. As recomendações para periodicidade na maior parte das vezes não são explicitadas em intervalo de tempo, mas deixando a cargo do usuário a definição deste intervalo, considerando número de operações e poluição atmosférica. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentadas as atividades e periodicidades de manutenção comuns nos manuais dos fabricantes. Para este levantamento foram pesquisados manuais de seccionadores que contemplam pouco mais de 30% do parque instalado. As A forma como as recomendações são apresentadas denotam pouco conhecimento de manutenção assim como de atividades e periodicidade e de suas efetividade na melhoria de desempenho, porem oneram disponibilidade e custo.

Tabela 3 – Plano de manutenção de seccionadores recomendado pelos fabricantes.

Tipo Inspeção	Periodicidade	Atividades
Visual – seccionador em serviço	1 a 2 anos quando indicado	Verificar: proteção anticorrosiva, estado de contatos e corta arco; vazamento de caixa de redução, aperto de conexões elétrica secundárias e principais, condições de limpeza de isoladores
Seccionadores desligado	3 a 5 anos, quando indicado	Inspeccionar: Medição de resistência de contato (alternativamente termográfica), desgaste de contato principal, ajuste e condições de operação; condição de limpeza de isoladores, condições de lubrificação de engrenagens e caixa de redução; lubrificação de superfície de contatos principais ¹

Fonte: Manual de operação e manutenção de fabricantes [8]

4.0 - DESEMPENHO DE SECCIONADORES

No estudo do desempenho dos seccionadores instalados no sistema da CEMIG GT foi utilizado com base os registros de manutenção nas Notas de Manutenção - NM e Ordens de Manutenção - OM do sistema de gestão de

¹ A lubrificação das áreas de contato é uma atividade em desuso. A crosta formada pela material utilizado para lubrificar invariavelmente provocava ponto quente nestas áreas. Normas técnicas e especificações de compras estabelecem contatos autolimpantes.

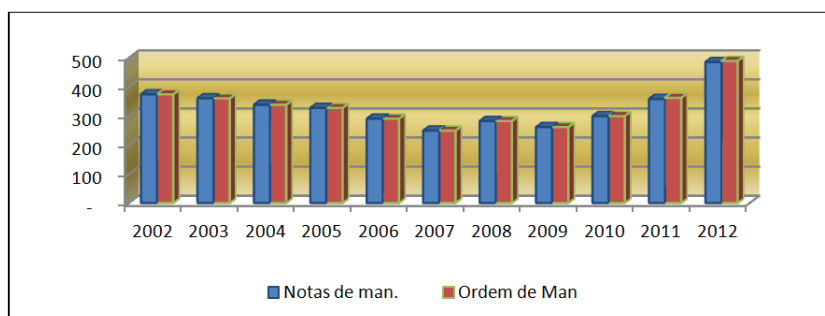
manutenção da CEMIG GT, que são objetos coletores da caracterização da intervenção e de custos, respectivamente. O período de observação foi entre os anos de 2002 e 2012. Neste período foi verificado o total de 3.631 OM e 3.623 NMs.

Um indicador comumente utilizado para avaliação do grau de complexidade do reparo é o Tempo Médio para o Reparo ou do inglês MTTR (medium time to repair), resultado do tempo gasto para reparo da anormalidade, incluindo o tempo de espera [6]. Para efeito deste estudo utilizaremos a quantidade de mão de obra gasta para o reparo, desta forma espera-se expressar o esforço e o grau de complexidade demandado para este reparo.

4.1 Análise quantitativa de mão de obra e de ordens de manutenção

Conforme verifica-se no gráfico Gráfico 3 há tendência descendente na quantidade de OM a partir de 2003, relexo da mudança implementada, no entanto a partir de 2010 há uma tendência de crescimento nesta quantidade. Este crescimento tem ligação com a otimização do módulo PM no tocante ao registro de atividades realizadas, mais notadamente o início de registros de atividades preditivas e detectivas, implantadas com o projeto Prisma

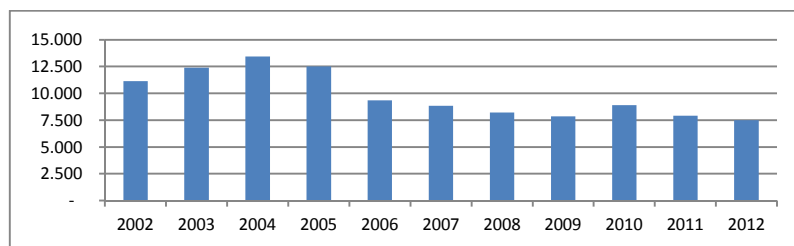
Gráfico 3 - Totalização de NM e OM utilizadas no estudo por ano. Período 2002-2012 – CEMIG GT



Esta tendência crescente na quantidade de OMs geradas a partir de 2010 não significa que a demanda por mão de obra também foi crescente. No Gráfico 4 verifica-se que houve uma diminuição desta demanda. Tal fato pode ser influenciado pela mudança na metodologia de manutenção realizada neste período, quando foi praticamente eliminado os ensaios elétricos dos seccionadores, mantendo em termos de preventiva apenas a lubrificação onde há recomendação pelo fabricante.

As atividades preventivas foram dando lugar a atividades preditivas e detectivas como inspeção visual e testes operativos. Estas atividades foram reforçadas pela inspeção termográfica². Esta mudança saindo do enfoque preventivo passando para a utilização de atividades preditivas e detectivas, com intervenções com desligamento apenas sob condição, foi efetivo no sentido de demandar menos mão de obra total de execução de manutenção em seccionadores, conforme Gráfico 4. Portanto o aumento de OMs no último período analisado significa maior controle e gestão da manutenção.

Gráfico 4 – Levantamento de quantidade de mão de obra confirmada em OM – 2002 2012. CEMIG GT.



4.2 Análise qualitativa do tipo de manutenção

Conforme o Gráfico 4, houve uma diminuição da demanda de mão de obra para manutenção em seccionadores do sistema da CEMIG GT no período estudado. Em razão do envelhecimento dos ativos e proximidade do fim de vida seria natural ocorrer um aumento da demanda de mão de obra. Para entender este comportamento, as OMs foram classificadas conforme o tipo de manutenção realizada, computando o HH gasto em cada uma destas atividades. As classificações adotadas são demonstradas na Tabela 4.

O Gráfico 5 apresenta a totalização anual de HH discriminada pelos tipos de atividade de manutenção mostrados na Tabela 1. No início do período, em 2002 a manutenção era predominantemente preventiva e corretiva, sendo

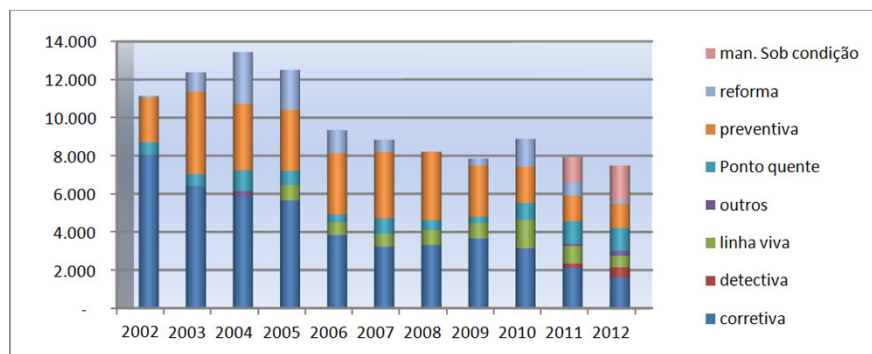
² Inspeção termográfica é uma atividade detectiva que tem passado por evoluções e melhorias, tanto em qualidade dos recursos quanto de técnicas e pessoal.

que está última demandava quase 80% do total de horas. Ao final do período, verifica-se uma diversidade de atividades de manutenção aplicadas ao seccionador, tendo como destaque a redução de 33% de HH total e a redução significativa de mão de obra corretiva, na ordem de 80%.

Tabela 4 - Descrição das atividades utilizada para classificação de OMs e HH de 2002 - 2012

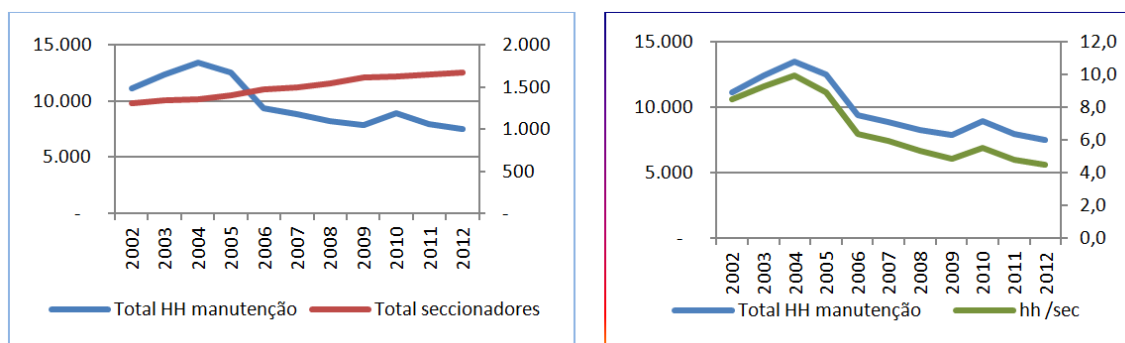
Atividade	Descrição atividade
Preventiva	Conjunto de ensaios, medições e, lubrificações realizadas periodicamente conforme plano e roteiro de manutenção;
Detectiva / Preditiva	Teste operativo: Operação do seccionador com objetivo de busca de falha oculta; Inspeção visual: inspeções realizadas com o equipamento em serviço;
Corretiva	Atividades de correção de anormalidades verificadas durante operação do seccionador.
Man. Sob condição	Atividades de correção de uma anormalidade verificada durante uma manutenção detectiva/ preditiva;
Reforma	Atividade realizada após estudo de causa de anormalidades com objetivo de sua eliminação. Via de regra passa pela desmontagem total do seccionador, substituição de componentes e remontagem.

Gráfico 5 – Discriminação do total de HH por tipo de atividade. 2002 - 2012



O comparativo entre a evolução do número de seccionadores instalados no sistema CEMIG GT e a evolução da mão de obra total de manutenção resulta em curvas com comportamentos inversos, ou seja, frente ao crescimento do parque instalado há uma diminuição da mão de obra empregada por seccionador. Este comportamento indica que se emprega menos mão de obra por seccionador, no entanto esta mão de obra é mais objetiva no sentido de atuar acertadamente nos problemas resultando em atividades de manutenção sob condição. Estas curvas estão demonstradas no Gráfico 6. Tal comportamento indica que as mudanças implementadas na política de manutenção de seccionadores realizadas com base no conhecimento acumulado da empresa foram positivas.

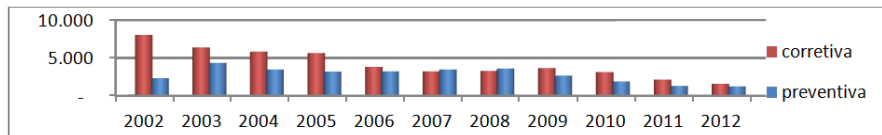
Gráfico 6 – Comparativos totais seccionadores x HH manutenção x HH / seccionadores



Com objetivo de entender que fatores influenciaram na diminuição da demanda de mão de obra para seccionadores, na sequência é apresentada uma análise detalhando e correlacionando os tipos de atividades e mudanças na política de manutenção da CEMIG GT.

4.2.1 Manutenção corretiva e manutenção preventiva

O princípio básico da teoria da manutenção preventiva é a relação entre a periodicidade de manutenção e a confiabilidade operacional do ativo, quanto menor a periodicidade maior a confiabilidade [7]. Esta relação não é verificada no período estudado conforme demonstrado no Gráfico 7. Até o meio do período a manutenção preventiva permanece praticamente no mesmo patamar ao passo que há uma diminuição da demanda de mão de obra corretiva. Já na segunda metade do período, mais especificamente a partir de 2008 há uma diminuição tanto da corretiva quando da preventiva.

Gráfico 7 – Manutenção corretiva e preventiva em seccionadores. 2002 – 2012. CEMIG GT

O comportamento demonstrado no Gráfico 7 não permite fazer uma correlação entre estes dois tipos de manutenção, no contexto deste estudo. A manutenção preventiva não foi o fator determinante na diminuição da mão de obra corretiva. Outros fatores ou tipo de manutenção influenciaram este comportamento.

4.2.2 Manutenção corretiva e reforma

Como resultado dos trabalhos do GT de seccionadores em meados de 2003 e 2005, foram apontadas atividades de reformas e melhorias em seccionadores. Estas atividades foram realizadas de forma mais intensa neste período, após realização de análise de desempenho, estudo de causa raiz pelas equipes de execução. Outras reformas foram realizadas em outros seccionadores, com intensidade nos anos de 2010 e 2011.

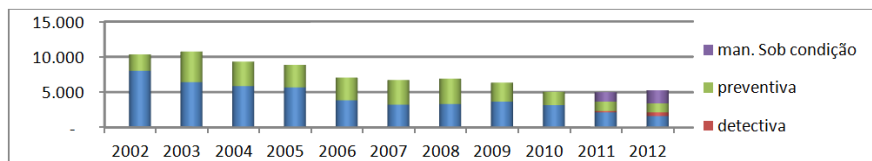
No Gráfico 8 verifica-se que a cada esforço de reforma realizado nos seccionadores há uma diminuição no volume gasto com corretiva, seja no mesmo ano ou em anos subsequentes. Tal comportamento permite fazer uma correlação entre a reforma de seccionadores e manutenção corretiva, quanto mais reforma menos manutenção corretiva. Esta é uma constatação válida dentro do período estudado, pois pode-se estimar que haverá um ponto em que mesmo que se invista mais em reforma não significará em diminuição de manutenção corretiva.

Gráfico 8 – Manutenção corretiva e reforma em seccionadores. 2002 – 2012. CEMIG GT

4.2.3 Manutenção detectiva, preditiva e sob condição.

Estes tipos de atividades de manutenção foram implementadas a partir de 2010. Portanto elas não aparecem em todo o período estudado. As atividades deste tipo de manutenção eram realizadas antes, porém as horas gastas na realização não eram computadas diretamente no equipamento. A vantagem do novo processo de manutenção implantado com o projeto Prisma é o lançamento das horas gastas na manutenção diretamente no equipamento. Atualmente apenas as horas gastas com termografia não são computadas diretamente.

O Gráfico 9 mostra o comparativo entre os tipos de manutenção corretiva, preventiva, detectiva e sob condição. Como informado estas duas últimas só aparecem nos anos de 2010 e 2011, quando foram implantadas. Verifica-se uma sensível diminuição da preventiva. Pode-se inferir que houve a migração destas horas para a detectiva. Deve-se ressaltar que com este volume de horas migrado da preventiva para as atividades detectivas e preditivas consegue-se abarcar um número maior de equipamentos conforme demonstrado no Gráfico 3, em razão do número maior de ordens de manutenção.

Gráfico 9 - Manutenção corretiva detectiva e sob condição. Seccionadores. 2002 – 2012. CEMIG GT.

As atividades de manutenção sob condição são devidas às anormalidades detectadas nas outras atividades periódicas. Verifica-se uma evolução de um ano para o outro, demandando um acompanhamento para verificar se a causa esta ligada à melhoria da qualidade do registro, ou se é indicativo de uma necessidade de estudo e intervenção.

4.3 Análise quantitativa da manutenção corretiva

As intervenções para correção de anomalia detectadas na operação do seccionador foram classificadas como corretivas. Este tipo de intervenção tem apresentado tendência descendente, porém a análise das causas apontam oportunidades de melhorias.

O Gráfico 10 mostra a totalização de OM e mão de obra por subconjunto dos seccionadores no período de 2011 e 2012. A maior parte das intervenções ocorreu no comando seguido pela transmissão e após contato principal.

Quando comparado o número de OM com o volume de mão de obra demandada verifica-se que as intervenções no comando foram menos complexas, pois demandaram proporcionalmente menor volume de mão de obra. Fato inverso para as intervenções na transmissão e contatos principais.

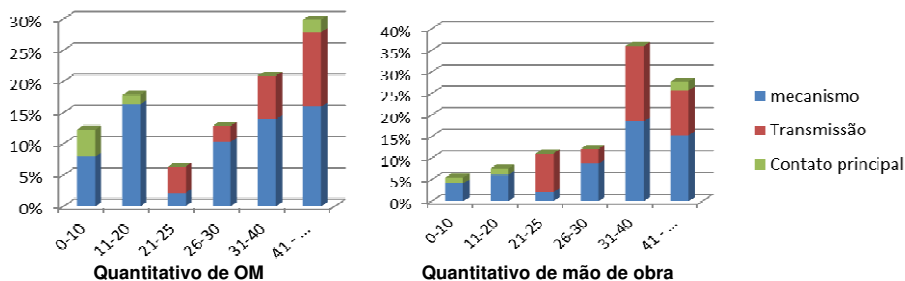
Gráfico 10 – Intervenção corretiva por subconjunto. 2011 - 2012



Na classificação destas intervenções por faixa de idade, conforme demonstrado no Gráfico 11, verifica-se que a maior demanda de intervenções ocorre na faixa de mais de 30 anos, responsável por mais de 50% das intervenções, já em volume de mão de obra esta faixa etária é responsável por quase 70% da demanda.

Outro ponto que chama a atenção é a demanda na faixa de idade até 10 anos e de 10 a 20 anos. Apesar do volume de mão de obra ser da ordem 10% do total o número de intervenções é de próximo de 30% do total. Um estudo posterior pode aprofundar neste tópico com objetivo de analisar causas para realimentar as especificações técnicas de aquisição.

Gráfico 11 – Intervenção corretiva por subconjunto e de seccionador por faixa etária. 2011 – 2012. CEMIG GT



Quanto às causas das anormalidades, a maior incidência está relacionada à fadiga, desgaste ou degradação do componente, seguidos pelo fim de vida destes. Há uma parcela razoável de causas indeterminadas, o que merece tratamento para buscar que medidas devem ser tomadas para mitigação, se treinamento, melhoria nas ferramentas de captação de dados, etc. A Gráfico 19 traz a distribuição percentual e a classificação das causas por subconjunto, relativa à amostra que continha registros

5.0 - PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PARA SECCIONADORES.

As constatações do estudo demonstram que os movimentos realizados pela CEMIG GT em sua política de manutenção de seccionadores foram acertados no sentido de mitigação de defeitos e de homem hora empregado na manutenção e na qualidade do emprego deste recurso cada vez mais escasso. Nestes movimentos destacam-se o grupos de trabalho de seccionadores formados para dar abrangência aos conhecimentos adquiridos e soluções a problemas enfrentados pelas equipes resultando no aprimoramento da política de manutenção.

No entanto verifica-se que a política atual de manutenção ainda está aquém em termos de periodicidade do que o recomendado pela maioria dos fabricantes. Esta condição permite o ajuste tanto na periodicidade quanto nas atividades realizadas. Esta política atual compreende um conjunto de atividades de manutenção preventiva, detectiva, preditiva e sob condição de tal forma a propiciar a maior disponibilidade do ativo aliado a um ótimo custo de manutenção, como exemplo o plano manutenção de seccionadores apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Proposta de plano de manutenção para seccionadores da CEMIG GT

Tipo de manutenção	Periodicidade (mês)	Atividade / observação
Preditiva	6	Inspeção visual
Detectiva	6 ³	Termovisão
Detectiva	36	Teste operativo
Preventiva	72	Lubrificação: somente nos modelos onde há pontos específicos para lubrificação
Restauração / reforma	Sob condição	Quando indicado em estudos de desempenho, ou levantados pela execução e validados pela engenharia de manutenção

6.0 - CONCLUSÃO

O volume de mão de obra aplicada nas atividades de manutenção de seccionadores apresentou uma tendência decrescente no período estudado. Esta tendência foi influenciada fortemente pela diminuição no volume mão de obra utilizada em atividades de reparo de defeitos. Esta tendência ocorreu mesmo com o aumento do parque instalado no período. Outro fator de influência foi a diminuição da mão de obra preventiva, com diminuição a partir de 2009, em razão da mudança nas políticas de manutenção. Nos anos de 2011 e 2012, parte desta mão de obra foi migrada para as atividades de manutenção preditiva e detectiva.

Não foi observada uma relação entre a manutenção preventiva clássica, como ensaios e verificações e diminuição de defeitos. Por outro lado estes defeitos apresentaram uma diminuição nos anos subsequentes à realização de atividades de reforma e realização de manutenção sob condição.

Os planos de manutenção descritos nos manuais dos fabricantes dos seccionadores na maioria dos casos são pouco objetivos nas recomendações de atividades e periodicidades. Não se observa nas atividades propostas uma eficácia. Por vezes neste manuais para atingir esta eficácia aumenta-se a frequência e o volume das atividades de manutenção o que apenas torna mais oneroso a execução do plano, sem no entanto atingir aquele objetivo. Para elaboração de seu plano de manutenção a CEMIG considera estas recomendações e fortemente sua experiência na manutenção e operação deste tipo de equipamento.

A maior demanda de atividades de correção de anomalias ocorre nos comando dos seccionadores, com destaque a frequência maior que os outros subconjuntos. O desempenho apresentado por seccionadores novos não é satisfatória indicando necessidade de implementar melhorias na especificação de compra, principalmente nos subconjuntos comando e transmissão.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Jorge Carlos da Silva, casado, nascido em São Paulo – SP. Técnico industrial especialistas em equipamentos de subestação. Trabalha na CEMIG desde 1984, nas áreas de execução da manutenção, engenharia de equipamentos de transformação e atualmente na engenharia de equipamentos de manobra. Atua nas áreas de análise de falha, planejamento da manutenção, estudo de desempenho e análise de ciclo de vida de equipamentos.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL – REN-367/2009 – Manual de controle patrimonial do setor elétrico. Versão 9. Brasília, 2009
- [2] DVPM – MECMAP Método de controle e manutenção programada. CONCEITUAÇÃO E DESCRIÇÃO. CEMIG. Belo Horizonte, outubro de 1968.
- [3] CEMIG GT – Avaliação do projeto piloto para decisão de implantação do MBC na TR. GT piloto MBC. CEMIG. Belo Horizonte, 2005.
- [4] CEMIG GT- Atas de reunião GT melhoria em seccionadores. Belo Horizonte, atas de 25/05/2004, 20/07/2004, 14/10/2004 e 21/06/2005.
- [5] ABRATE – Análise técnica de ocorrências (falhas / defeitos) em chaves seccionadores, no período 2000-2003. Coord. Itaipu. Grupo de trabalho de manutenção – GTM. Subgrupo de equipamento – SGTm. Itaipu, 2004.
- [6] MATHEW, Joseph et al. Engineering Asset Management. Springer. Australia, 2006.
- [7] National Aeronautics and Space Administration - NASA. RCM Guide - reliability-centered maintenance guide for facilities and collateral equipment. EUA, 2008
- [8] ...
- Alstom. Disconnectors of type S2DA/S2DAT/S2DAT2 123-245kV Instructions for installation and maintenance. D-372-E, ed.1 05/01.
- Hubbel Divisão Alcace. Manual de Instrução- Instalação e Ajuste Mark-40-345kV, 2000A, NBI 1300kV; S/OC: 61.860-3(Itens 1 e 2); N/REF: OF/AT- 165/85; Desenho-02019.

³ Esta periodicidade é indicativa, pois há uma instrução específica para termovisão onde são estabelecidos procedimentos e periodicidades. Esclarecer mais inclusive no texto

Harvey Hubbell do Brasil S.A. Instruções para instalação e manutenção da chave de aterramento tipo G-40-A; Número: Eng 00.04.

Alcace S/A. Manual de instrução instalação e ajuste chave seccionadora abertura vertical Mark-40 550kV 3.150A. RTA-0-200.

ITE. Instrução de montagem da chave seccionadora ITE tipo: TTR-70CS e comando tipo: MM-HV16 Tensão:500kV IN: 3000A.

SPRECHER e SCHUH AARAU. Instructions for the erection and operation of Pantograph isolators Types TPF 212 s, 212, 214, 215 D, 216 D, 217 D.

Alstom. Disconnectors Type SPO/SPOT 550kV-3150A D-373-E Ed.1 08/01

CEME. Istruzioni, Caratteristiche Principali, Manutenzione Ed Uso Del Misuratore Della Forza Di Contatto Sui Contatti A Tulipano Tipo "L" (3150A) Cespito 5.1.556/A.

Magrini. Instrução de Montagem da Chave Seccionadora Semi-Pantográfica 345kV; Tipos: MSM 420L E 420P.

Lorenzetti. Manual de instruções EV 362kV 3150A NBI 1175kV PL-0-003-362; Denominação: Manutenção de seccionadores; PL-0-755.

[9] - CEMIG – 22.555-PN/MT-892 - Alteração na periodicidade de execução de teste operativo nos seccionadores de 500kV da SE Itajubá 3. Gerência de planejamento e engenharia de manutenção, Belo horizonte, 2011.