



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

CB/GMI/26

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - XII

GRUPO DE ESTUDO ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO (GMI)

**APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE
PARA COMPENSADOR SINCRONO – ESTUDO DE CASO**

**CRISTIANO VILARDI SCARDINE
CTEEP**

RESUMO

A busca e aplicação das modernas técnicas de gestão da manutenção fizeram-se prioritárias nas organizações com a missão de alterar a cultura que a manutenção apenas como gasto, para a qual este departamento passa a ter posição estratégica nas empresas. Um dos maiores desafios é a capacitação das equipes em grupos multitarefas que realizam a manutenção integrada de vários equipamentos e o acompanhamento dos indicadores necessários. Essa mudança tende lentamente a superar paradigmas enraizados principalmente nas lideranças, por este motivo a sucessão renova os conceitos e direciona grupos setoriais rumo a equipes de alta performance.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão, Manutenção, Paradigma

1.0 - INTRODUÇÃO

Na década de noventa, o governo federal fomentou o conceito de desestatização das empresas públicas do estado e da união este trabalho foi concebido dentro de uma das maiores empresas do setor de energia elétrica do estado de São Paulo que passou pelo processo de privatização e sua consequente necessidade de redirecionamento e modernização de seus processos, destacando-se aqui o de manutenção, uma vez que concentrava a maior parte de sua mão de obra dentro de um conceito de primário de pessoas sem muita qualificação, que executavam suas atividades, cada qual em sua limitada área de atuação, focada em um processo apenas, por exemplo: Havia quem montava a estrutura, quem montava o equipamento, quem realizava os ensaios no equipamento e quem aprovava as montagens e ensaios finais. Esta verticalização foi quebrada em vista da necessidade econômica de gerar lucro e resultado, conceitos ignorados em uma estatal.

Outro ponto foi a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica, tratada daqui em diante apenas como ANEEL, que regulamentou o setor a partir de indicadores de qualidade, frequência e disponibilidade, e a criação do Operador Nacional do Sistema, citado daqui pra frente como ONS, órgão privado subordinado à ANEEL, que fiscaliza a operação do Sistema Interligado Nacional - SIN realizada pelas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica por todo o Brasil.

A Companhia Energética de São Paulo - CESP, empresa estatal paulista que realizava até o ano de 1998, a geração, transmissão e distribuição de 80% da energia elétrica consumida no estado, data na qual sofreu uma cisão em consequência do programa de desestatização do estado de São Paulo, que a dividiu entre os três segmentos distintos, tendo como resultado três empresas de geração distintas, uma de transmissão e uma de distribuição de energia elétrica. Neste trabalho abordaremos a trajetória da transmissora remanescente criada com o nome de Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista e seu desafio de operar e manter um equipamento de transmissão que possui características de máquinas da geração em um cenário pós privatização e segregação. Este equipamento é denominado compensador síncrono e seu detalhamento será exposto ao longo desta dissertação.

2.0 - OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é consolidar a aplicação das modernas técnicas de manutenção dentro da manutenção centrada em confiabilidade em um equipamento integrante do Sistema Elétrico Nacional.

Desenvolver uma visão analítica na manutenção, sobrepondo o paradigma do "sempre foi feito assim", com a aplicação do controle e atuação em consequência da análise periódica dos parâmetros e medições por meio de acompanhamentos regulares, devidamente catalogados e com rotinas devidamente determinadas, a fim de que não se perca o processo devido a rotatividade ou sucessão das pessoas envolvidas.

3.0 - JUSTIFICATIVA

Na visão moderna da manutenção, sendo vista como ponto estratégico das organizações, consolida-se como agente da visão do todo e não só como atividade de manutenção em si, transforma-se de fonte apenas de custo para centro de negócio, uma vez que o mercado evoluiu disponibilizando profissionais cada vez mais qualificados.

"O aprendizado contínuo é fundamental em um mundo de transformações rápidas. As pessoas são a alma e o caráter de uma organização e é preciso que elas sejam capazes de se autodirigir e se autocontrolar na maioria das situações". (Kardec & Nascif, 2012, p. 190).

O advento da informática e o desenvolvimento de hardwares e softwares direcionados ao controle da manutenção tiraram as empresas do sistema de manutenção corretiva onde só atuava-se depois de quebrar, ou sistema de manutenção preventiva onde havia a troca sistemática de peças dentro de uma periodicidade estipulada de acordo com o MTBF- ("Mean Time Between Failure"), ou traduzido para o português, TMEF - (Tempo Médio Entre Falhas) informado pelo fabricante, sem considerar a aplicação, demanda e o ambiente em que o equipamento estaria inserido. Além disso o capital humano envolvido requer uma imersão na cultura do trabalho de equipe integrada, possibilitando maior agilidade e simplicidade na atuação em serviços programados de acordo com as características envolvidas para cada equipamento.

"Além do conhecimento específico da sua área de atuação, deverá possuir aqueles ligados a área administrativa, ou seja, aspectos gerais de administração. Deverá ter também habilidades tais como, relacionamento fácil, muita iniciativa e criatividade, responsabilidade, equilíbrio emocional e alto espírito cooperativo." (Souza, 2011, p. 60)

4.0 - METODOLOGIA

A manutenção preventiva é, de certo modo, o conjunto de cuidados que se presta às máquinas em bom estado para mantê-las em boas condições de funcionamento.

As regras de manutenção preventiva variam necessariamente segundo o tipo e a potência da máquina, as condições particulares de utilização, a duração dos períodos de funcionamento/descanso, etc.

Contudo, é possível reagrupar as condições de conservação que são consideradas necessárias, de maneira ordenada, a fim de fornecer ao pessoal de manutenção os elementos de "check list" aplicáveis em sua totalidade ou em parte para a avaliação de casos particulares.

A CTEEP em sua cultura de engenharia de manutenção baseada nos elementos corretivos, preventivos e preditivos utiliza as tendências de histórico para determinar qual a melhor forma de intervenção visando sempre em seu processo àquilo que melhor atende ao sistema elétrico de potência, sociedade e meio ambiente. Assim, as solicitações de parada possuem "lead time" de acordo com os estes estudos onde postergações acarretam probabilidade maior ao sinistro.

5.0 - O SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL – SIN

Por característica hídrica rica no Brasil, predominam as fontes de energia baseadas nesta modalidade, que denominamos hidrelétricas, onde ocorre a transformação da energia potencial cinética em energia potencial elétrica, através de fenômenos eletromagnéticos.

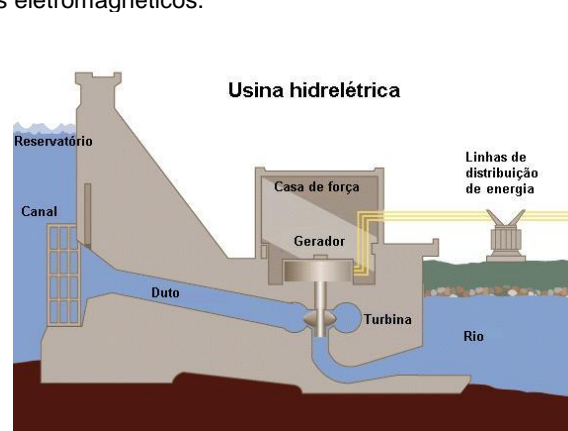


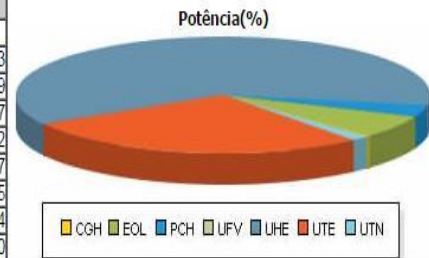
Figura 1- Representação Usina Hidroelétrica (ANTONIO ALBERTO Q. CASTRO , 2013)

De todo o parque da geração, aproximadamente 64% da energia provém de hidrelétricas e 27% das termelétricas, sendo os outros 19% divididos em outras quatro modalidades menores.

Tabela 1 - Geração de Energia Elétrica no Brasil por Modalidade (BIG - Banco de Informações de Geração, 2016)

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	565	449.123	450.784	0,3
EOL	394	9.691.438	9.605.960	6,49
PCH	446	4.876.454	4.849.690	3,27
UFV	42	27.008	23.008	0,02
UHE	219	101.106.620	90.464.248	61,07
UTE	2.929	42.431.736	40.741.622	27,5
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,34
Total	4.597	160.572.379	148.125.312	100

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.



Toda esta potência gerada seria em vão, caso não pudesse chegar até as residências, comércios e indústrias que compõem os grandes centros de consumo. Separadas por quilômetros de distância, as fontes e consumidores necessitam de componentes que fazem esta conexão, estes são constituídos de torres e cabos chamados de linhas de transmissão, que transportam energia em alta (entre 72500V e 242000V) e extra alta tensão (acima de 242000V).

Toda esta rede composta pela geração, transmissão e distribuição são o que compõem o SIN - Sistema Interligado Nacional.

Com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica. (ONS, 2014)

Dentre os desafios para a transmissão de energia elétrica está em manter a estabilidade com o menor índice de perdas possível, exatamente dentro de uma vasta diversidade geográfica que ramifica um sistema compartilhado, integrando diferentes regiões do país, contudo, apesar desse formato trazer grande confiabilidade, certas ocorrências, mesmo a quilômetros de distância, refletem noutro ponto, de acordo com as características, configurações e fluxo da potência no SIN, que podem afetar o consumidor final.



Figura 2- Mapa Transmissão Estado de São Paulo (CTEEP 2016)

6.0 - EFEITOS DO FLUXO DE POTENCIA NO SIN

No cenário dinâmico em que opera o SIN, vários fatores causados pelos mais diversos fenômenos elétricos interferem em sua estabilidade de diferentes formas e intencidades, bem como as grandezas elétricas nos valores nominais necessários como o nível de tensão apropriado e o fator de potência, dentre outros.

Entende-se a tensão como a diferença de potencial entre dois pontos sendo a força eletromotriz, isto é, a capacidade de gerar trabalho proporcionalmente entre uma unidade de carga elétrica contra um campo elétrico para alimentar uma carga qualquer. Os valores nominais de tensão podem ser influenciados por um fenômeno causado quando a linha de transmissão não possui carga em sua extremidade, onde o valor da tensão tende a aumentar devido efeito capacitivo que ocorre entre os condutores de cada fase, o ar e o solo. Temos também o fenômeno que tende a diminuir a tensão que ocorre quando a linha está com valores elevados de carga e associados a grandes extensões impondo maiores efeitos indutivos e resistivos.

O fator de potência FP, é a relação da potência ativa (aquela que efetivamente gera trabalho) pela potência aparente (aquela constante no circuito), também conhecida por $\cos \varphi$ é um indicador fiscalizado pelas distribuidoras em seus consumidores de médio e grande porte, que são impostos a manter de forma permanente um fator de potência próximo de um (acima de 0,92), penalizados com multas caso haja descumprimento.

O fator de potência é dado em valores calculados a partir da relação trigonométrica do triângulo das potências representado abaixo:

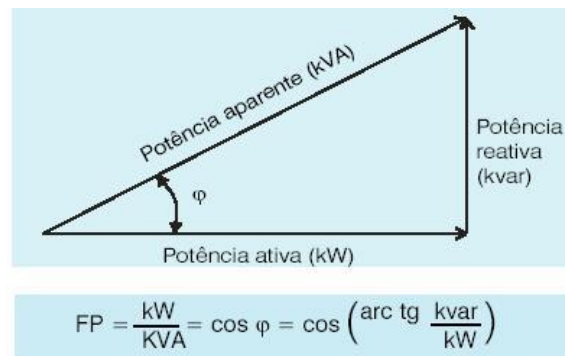


Figura 3- Triângulo das Potências e o Fator de Potência

A resultante destes fenômenos é a potência reativa que é influenciada pelos fatores descritos acima, resumidamente pelas cargas capacitivas e ou indutivas, sendo estas opostas vetorialmente em sentido e direção.

7.0 - C MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE – MCC

A partir da segunda guerra mundial, na década de 50, houve um processo de mecanização das indústrias de modo a aumentarem a produção bélica, e ao final da grande guerra as indústrias mantiveram as iniciativas e com máquinas surgindo e cada vez mais complexas, houve também a necessidade crescente de cuidados para garantir seu correto funcionamento, surgindo assim a manutenção e os custos relativos a essa nova modalidade que em princípio tratava apenas de corrigir defeitos. Em um segundo momento, na década de 60, a partir das quebras regulares de determinadas peças ou componentes, começou-se a determinar paradas periódicas culminando com períodos de baixa produtividade e assim substituir tais peças e componentes de forma preventiva, evitando assim os altos custos com paradas intempestivas.

Em meados da década de 70, o departamento de defesa dos EUA implanta um estudo iniciado já na década de 60 a fim de desenvolver novas técnicas para estruturar os programas de manutenção preventiva periódica com o intuito de preservar e garantir o funcionamento adequado dos sistemas críticos de aeronaves comerciais, tratando os modos de falha de cada sistema e seus componentes individualmente, em 1978 F. Stanley Nowlan e Howard F. Heap redigiram um relatório que foi entregue ao departamento de defesa dos EUA, intitulado Reability Centered Maintenance - RCM, daí traduzido para o português: Manutenção Centrada em Confiabilidade - MCC.

Após esse relatório, muitas literaturas sucederam e confirmam os vários benefícios trazidos por esta metodologia, como a redução das manutenções preventivas periódicas e dos custos associados, aumento da disponibilidade dos equipamentos, minimização de sobressalentes, foco nas pessoas e investimentos para capacitação e especialização e motivação para o objetivo comum fruto do trabalho de equipe através do envolvimento de todos, integrando operação e manutenção de forma colaborativa.

The notion of the scheduled shutdown or outage introduces us logically to the case to be made on behalf of monitoring. By condition monitoring we mean the continuous evaluation of the health of plant and equipment throughout its serviceable life. Condition monitoring and protection are closely related functions. The approach to the implementation of each is, however, quite different. Also the advantages that accrue due to monitoring are entirely different to those to be expected from protection. This is principally because monitoring should be designed to pre-empt faults, whereas protection is essentially retroactive. Condition monitoring can, in many cases, be extended to provide primary protection, but its real function must always be to attempt to recognise the development of faults at an early stage. Such advanced warning is desirable since it allows

maintenance staff greater freedom to schedule outages in the most convenient manner, resulting in lower down time and lower capitalised losses. (Tavner, Ran, Penman, & Sedding, 2008, p. 4)

8.0 - O COMPENSADOR SINCRONO – CS

Como vimos anteriormente, o SIN possui uma característica dinâmica devido aos fenômenos elétricos que influenciam o fluxo de potência em seus valores nominais, assim é necessário inserir soluções de respostas igualmente dinâmicas.

O Compensador Síncrono é uma máquina síncrona que tem a capacidade de, com a variação da tensão em sua excitação, injetar ou consumir energia potencial reativa do sistema eletroenergético, funcionando como capacitor ou indutor variável. Ele tem como finalidade, estabilizar a tensão e conseqüentemente melhorar o fator de potência do sistema, isto é, possibilitar ao consumidor receber a máxima potência, sob um valor nominal de tensão.

Uma de suas maiores características é a de ser um dispositivo ativo. Com seus dispositivos de automatismo, varia de capacitivo para indutivo automaticamente, dependendo das necessidades do sistema, podendo também ser variado manualmente dependendo da necessidade verificada pelo despachante e/ou operador em determinada circunstância. Outra grande vantagem do Compensador Síncrono é a possibilidade de se conseguir pequenas variações de carga, o que não ocorre no caso de banco de Capacitores ou reatores que só podem ser inseridos variando no sistema grande blocos de reativo.

O Compensador Síncrono é de eixo horizontal, resfriado a hidrogênio, próprio para instalação ao tempo e cuja carcaça envolve as partes ativas e o motor de partida. Os anéis coletores do CS e do motor de partida são instalados em compartimento próprio de tal forma que com a máquina parada seja possível isolar-se as câmaras de alojamento destes anéis do restante do compartimento principal. Todas as partes que integram o compensador foram projetadas e construídas para suportar sem danos todos os esforços eletromecânicos que possam ocorrer durante a operação normal da máquina.

9.0 - APLICAÇÃO DE MCC NO COMPENSADOR SINCRONO DE +250 -175MVAR

Enquanto estatal, a CESP, empresa que originou a CTEEP após cisão e respectiva privatização, era uma empresa que permeava por todas as modalidades, da geração, passando pela transmissão e distribuição de energia elétrica. Dessa forma, até 1998 que realizava manutenção no Compensador Síncrono, era a divisão responsável pela geração, devido as características construtivas, mecânicas e elétricas serem análogas as unidades geradoras de uma usina hidrelétrica. Ela era baseada em manutenções periódicas sendo:



Figura 4 - Ciclo de Manutenção Variável

Para cada período havia a necessidade de agregar outras atividades, dependendo da família de componentes, e assim para cada manutenção era preciso um número variável de colaboradores e os desligamentos mais frequentes.

A partir do ano de 2007, com a publicação da Resolução Normativa 270 deste ano, a ANEEL estipulou o desconto na receita das transmissoras para desligamentos programados e com um multiplicador muito maior para desligamento intempestivos, com a intenção de melhorar a qualidade da transmissão de energia, bem como aumentar a disponibilidade no SIN.

Depois da cisão, o compensador síncrono ficou na responsabilidade da divisão da transmissão, contudo, havia um grande número de funcionários com características de "especialistas", assim cada processo tinha uma pessoa responsável e esta guardava todos os registros em seu "Hard Disc" biológico, então, após a saída dessas pessoas devido a programas de incentivo a demissão, os conhecimentos e históricos se foram com estas pessoas, trazendo novamente a condição primária do "quebra concerta" e a substituição periódica de escovas eletrográficas.

"Vivemos em uma época em que não há mais lugar para o trabalhador que só conhece e julga ter que fazer apenas uma função específica dentro da especialidade. O trabalhador não pode se limitar a operar uma máquina ou usar um determinado tipo de ferramenta ou ainda atuar apenas numa área de responsabilidade." (Kardec & Nascif, 2012, p. 223)

Tabela 1 - Comparação de Custos. (Kardec & Nascif, 2012, p. 71)

TIPO DE MANUTENÇÃO	RELAÇÃO DE CUSTOS
CORRETIVA NÃO PLANEJADA (EMERGENCIAL)	2 a 6
PREVENTIVA	1,5
PREDITIVA / INSPEÇÃO + CORRETIVA PLANEJADA	1

Para (Kardec & Nascif, 2012, p. 71), Observa-se que o custo da Corretiva Não Planejada é, no mínimo, o dobro da Manutenção Preventiva/Corretiva Planejada. Neste sentido (Filho, 2008, p. 136), O custo dos trabalhos de manutenção é uma consequência de como são executados e de como são planejados e controlados, executados na melhor época e etc.

Dessa forma, realizamos estudos de 2013 a 2015 utilizando um histórico a partir de 2006 para a aplicação de análise de tendência de histórico a fim de determinar as atividades de manutenção para cada componente do Compensador Síncrono. Assim foi detectado que necessariamente haveria o desligamento semestral com desligamento, principalmente para avaliação e acompanhamento das escovas eletrográficas e conjunto de anéis coletores.

"No momento em que a estrutura de Manutenção dessa planta estiver utilizando para análises estudos e proposição de melhorias de todos os dados que o Sistema de Preditiva colhe e armazena, estará praticando Engenharia de Manutenção. A Engenharia de Manutenção utiliza dados adquiridos pela Manutenção, para melhorar sempre." (Kardec & Nascif, 2012, p. 71)

Então foram agregados nas manutenções semestrais as manutenções anuais e bienais, divididas as atividades em quatro tipos de manutenções semestrais sendo T1, T2, T3, e T4, a fim de abranger todos os equipamentos e sistemas em um ciclo que otimizou desligamentos, padronizou o número de colaboradores necessários, garantindo o funcionamento tanto mecânica quanto eletricamente do Compensador Síncrono.

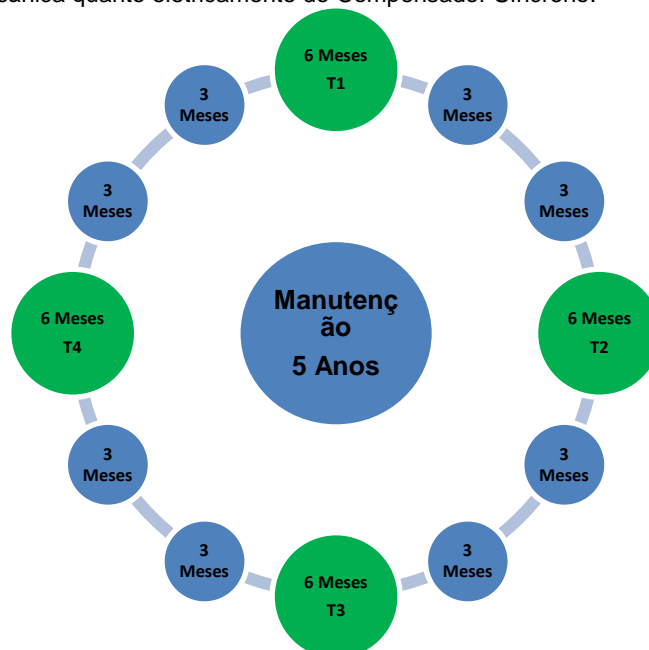


Figura 5 - Ciclo de manutenção Uniforme

10.0 - CONCLUSÃO

Para a adequação das atividades particionadas pela periodicidade, foi necessário período de adaptação , onde para o primeiro ciclo, algumas delas foram postergadas, contudo, realizou-se o acompanhamento destes componentes a partir das técnicas preditivas a fim de garantir o seu funcionamento.

Este trabalho resultou em uma guia de manutenção que padronizou as intervenções no que se trata de período, materiais e Homem hora, bem como as tabelas para registro das atividades executadas que alimentam o sistema ERP (Enterprise Resource Planning), da empresa.

"Para uma boa avaliação e controle da manutenção, é importante que as empresas coletem dados, relatórios, planilhas e outras diversas quantidades de informação sobre manutenção extraindo significado desses dados para o auxílio constante das atividades de execução e de controle claro dos serviços." (Souza, 2011, p. 146)

Possibilitou também a determinação de custos de forma concreta, e a correta previsão orçamentária de forma mais equilibrada e distribuída.

Houve a diminuição das manutenções corretivas não planejadas e a equipe de manutenção passou a realizar as manutenções utilizando as técnicas de manutenção centrada em confiabilidade, que refletiu no saneamento das peças de reposição e conseqüente valor dos ativos do estoque.

Houve o desenvolvimento da equipe de manutenção de forma a realizar manutenções que antes eram terceirizadas a um custo significativamente maior. De forma geral houve a diminuição geral de custos na ordem de 30%.

Neste estudo de caso verificamos que o trabalho realizado com foco na quebra de paradigmas como por exemplo - "Sempre foi feito assim", ou " - Nunca vai dar certo", ou "Estão inventando moda"; Aliado a aplicação de técnicas de manutenção reconhecidamente eficientes e eficazes, de forma sistemática envolvida em um plano de ação para o atingimento da meta, é aplicável a qualquer sistema e trará benefícios para a sociedade, colaboradores, acionistas e "stakeholders"

11.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANTONIO ALBERTO Q. CASTRO . (28 de 04 de 2013). Cidade de Tucuruí. Acesso em 23 de 8 de 2016, disponível em Site da Cidade de Tucuruí: http://cidadedetucuruui.com/inicio/usina_hidreletrica_tucuruui/USINA_HIDRELETRICA_TUCURUI.htm
- (2) BIG - Banco de Informações de Geração. (12 de 10 de 2016). ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica. Acesso em 12 de 10 de 2016, disponível em Site da ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>
- (3) Filho, G. B. (2006). Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- (4) Filho, G. B. (2006). Indicadores e Índices de Manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- (5) Filho, G. B. (2008). A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- (6) Filho, G. B. (2010). Custos em Manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- (7) Jordão, R. G. (1980). Máquinas Síncronas. Rio de Janeiro: LTC
- (8) Kardec, A., & Nascif, J. (2012). Manutenção Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- (9) Moellmann, A. H. (2009). Aplicação da Teoria das Restrições no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Blucher Acadêmico.
- (10) ONS. (2014). ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. Acesso em 12 de 10 de 2016, disponível em Site do ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico: http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx
- (11) Souza, V. C. (2011). Organização e Gerenciamento da Manutenção. São Paulo: All Print.
- (12) Stone, G. C., Culbert, I., Bolter, E. A., & Dhirani, H. (2014). Electrical Insulation For Rotating Machines: design, evaluation, aging, testing, and repair. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..
- (13) Tavner, P., Ran, L., Penman, J., & Sedding, H. (2008). Condition Monitoring of Rotating Electrical Machines. London: The Institution of Engineering and Technology.

12.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Nome - Cristiano Vilardi Scardine

Local e ano de nascimento - São Paulo 1977

Local e ano de pós graduação - São José dos Campos 2016

Experiência profissional - Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Paulista (2009). Pós-graduação em Gestão da Manutenção Industrial pelo Instituto Nacional de Pós graduação INPG (2016). Formação em Eletrotécnica pela Escola Técnica Dr. Domingos Mineguzzi Filho(2004). Formação Técnica em Química(Interrompida). Atualmente é Engenheiro Eletricista da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Transmissão da Energia Elétrica, Distribuição da Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: Padronização de Processos, Elaboração de manuais, Manutenção Centrada em Confiabilidade, Programação e Controle da Manutenção, Compensadores Síncronos e Engenharia de Manutenção.

