



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
DISCIPLINA: ESTÁGIO INTEGRADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Aluno: *Glauber de Medeiros Maciel* *Mat: 20621496*

Empresa: *Perbrás Empresa Brasileira de
Perfurações & LTDA.*

Orientador: *Euzeli Cipriano dos Santos Jr.* *Assinatura:* _____

Campina Grande

Dezembro/2009

GLAUBER DE MEDEIROS MACIEL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

Orientador: Euzeli Cipriano dos Santos Jr.

Campina Grande

Dezembro/2009

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de viver, ser feliz e estar rodeado de pessoas que amo tanto.

Ao meu pai, Alvaro Bezerra Maciel por ser meu modelo de ser humano, me ensinando os caminhos que o homem correto deve seguir.

A minha mãe, Maria Araci de Medeiros Maciel por todo o amor que me foi doado neste meu curto tempo de vida.

Aos meus irmãos por sempre serem companheiros fiéis na minha caminhada.

A minha namorada Renally Leal da Costa, que sempre esteve do meu lado e me deu forças para alcançar meus objetivos.

A todos meus amigos pelas alegrias e tristezas compartilhadas.

A Ravi Agra, por ter me dado esta oportunidade de estagiar na Perbrás, tornando-se um amigo além de me orientar em tudo que precisei para executar meus trabalhos.

A Roberto Vitoriano, pelo amigo que se tornou, me dando todo apoio necessário na Perbrás.

A toda equipe da OS Pangéia pelo apoio e paciência que sempre tiveram comigo.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 5 |
| 1.1. Perbrás – Empresa Brasileira de Perfurações & LTDA. | 6 |
| 1.2. Sonda Rapid Rig | 8 |
| 2. Descrição das atividades desenvolvidas na Perbrás – OS Pangéia | 11 |
| 2.1. Conceito contemporâneo de manutenção: Terotecnologia | 11 |
| 2.2. Manutenção Preventiva | 13 |
| 2.2.1. Organização da Manutenção Preventiva | 14 |
| 2.3. Desenvolvimento dos procedimentos para a sonda KM | 14 |
| 2.3.1. Manutenção dos Motores das Bombas de Lama e Drawwoks | 16 |
| 2.3.2. Manutenção do Top Drive | 18 |
| 2.3.3. Manutenção do Conjunto de geradores | 19 |
| 2.3.4. Manutenção geral dos motores | 20 |
| 2.3.5. Manutenção da Iluminação | 21 |
| 2.3.6. Manutenção do Sistema de Controle | 22 |
| 2.4. Implementação dos Procedimentos e Planos de Manutenção | 22 |
| 2.5. Acompanhamento das Intervenções Corretivas | 23 |
| 3. Conclusão | 25 |
| 4. Bibliografia | 26 |
| 5. Anexo | 27 |

1. Introdução

Este documento visa apresentar as atividades realizadas na Perbrás de Maio a Outubro de 2009, referentes à cadeira de Estágio Integrado do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

A Perbrás fica situada em Catu – BA, porém como sua administração é descentralizada, cada sonda é considerada uma Unidade de Negócio a parte. As atividades deste trabalho foram realizadas no Setor OS Pangéia que opera a sonda KM, modelo Rapid Rig NOV, que é propriedade da Pangéia Afretamentos.

As atividades realizadas na Perbrás foram a elaboração de procedimentos de manutenção preventiva e o acompanhamento às intervenções corretivas. O procedimentos a princípio seriam traduzidos do manual da Rapid Rig e adaptados de acordo com a realidade de trabalho da sonda, devia se fazer também uma análise de risco para a execução de cada procedimento e as recomendações de segurança deviam ser incluídas nos documentos que continham os procedimentos. A atividade de acompanhamento das intervenções corretivas deveriam ser anotadas para servir como guia de orientação futuro.

Primeiro será dada uma explicação geral sobre a Perbrás e sobre a sonda KM. As atividades são descritas em duas partes. A primeira parte refere-se à elaboração dos procedimentos de manutenção preventiva do sistema elétrico da sonda. Na segunda são descritos algumas intervenções corretivas que foram acompanhadas.

1.1. Perbrás – Empresa Brasileira de Perfurações & LTDA.

Fundada em 1965, a Perbrás iniciou suas atividades como subsidiária da Delta Drilling, uma companhia americana de perfuração. Empresa 100% brasileira, desde 1980, ela se consolidou no mercado por meio da prestação de serviços à Petrobras. Hoje, ocupa a segunda posição no Brasil no segmento de serviços com sondas de produção de petróleo. Detendo 30% do mercado, a Perbrás está entre as companhias de maior prestígio em seu ramo de atividade, presente em quase todas as regiões de produção do Brasil, na terra e no mar. O amplo conhecimento acumulado, ao longo de décadas de dedicação ao setor, tem permitido à empresa entender, de forma profunda, as características de cada região de produção, adaptando-se para responder de modo eficaz às expectativas do cliente.

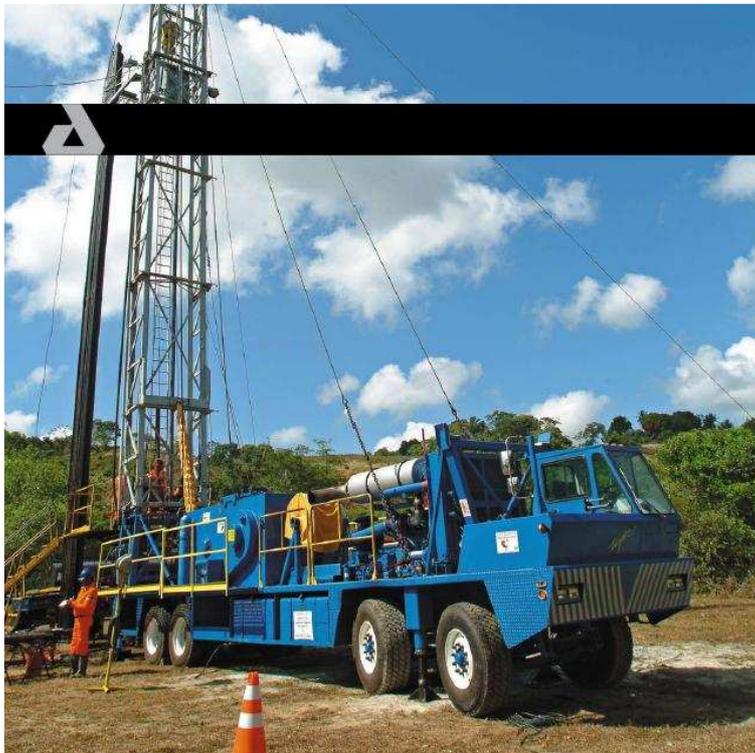


Figura 1 – Sonda de Produção da Perbrás

A Perbrás está sediada no município de Catu (BA) e conta com escritórios de apoio no Rio de Janeiro e Macaé (RJ). A estrutura da empresa inclui também gerências de contratos sempre próximas ao cliente. Para um acompanhamento mais eficiente dos serviços e troca de informações para tomada de decisões técnicas e contratuais, cada unidade de operação conta com completos sistemas de comunicação de voz e dados.

A manutenção é outro aspecto que merece atenção especial da empresa. Os serviços de manutenção são executados no próprio local onde o equipamento está operando.

A prestação de serviços na área petrolífera exige decisões rápidas e precisas. Para atender a essa necessidade e garantir a qualidade do atendimento ao cliente, a Perbrás adotou uma estrutura organizacional descentralizada e ágil, anulando a divisão em departamentos e conferindo autonomia a cada uma de suas unidades de operação. Assim, cada sonda

passou a trabalhar de forma independente e a se constituir em um elemento de aproximação com as necessidades da região onde está instalada. Funcionando como célula customizada, cada sonda conta com uma equipe própria e dispõe de um gerente responsável pela negociação de contratos, coordenação das operações e contato com os clientes.

Em 2008 em parceria com a Pangéia Afretamentos, firmou um contrato para a operação da sonda Rapid Rig, com a intenção de ampliar seu leque de atuação e adentrar no ramo de perfuração em terra. Com a parceria foi criado o setor OS Pangéia que perdura até hoje prestando serviços de perfuração com qualidade e presteza a seus clientes.



Figura 2 - Sonda Rapid Rig afretada pela Pangéia e operada pela Perbrás

1.2. Sonda Rapid Rig

A Sonda Convencional de Perfuração KM afretada pela Pangéia é o modelo Rapid Rig da National Oilwell Varco (NOV), fabricada em 2007. É uma sonda diesel elétrica com inovações tecnológicas que oferecem operações mais seguras e melhor desempenho. Projetada para suportar 250 toneladas de capacidade estática no gancho, seu formato compacto e modulado facilita o transporte e agiliza os procedimentos operacionais na perfuração. O sistema automático de manuseio do tubo na plataforma de perfuração permite reduzir o tamanho da equipe e oferece um ambiente de trabalho confortável e seguro. O formato compacto da sonda e o sistema elétrico, com apenas 02 motores diesel para acionar os geradores, contribuem para reduzir o impacto ambiental na área do poço.

Para geração de energia a sonda é equipada com dois geradores da Baylor de 1750kVA cada, figura 3. Estes geradores trabalham com uma frequência de 60Hz e tensão de saída de 600. São de 4 pólos e fator de potência de 0,6. O barramento de 600V, figura 4, é ligado a dois transformadores, de 460 e 220 volts respectivamente, e por intermédio de dois retificadores, a um barramento DC de 800V.



Figura 3 - Conjunto de Geradores



Figura 4 - Barramento Principal



Figura 5 - Disjuntores Principais 1 e 2



Figura 6 - Retificadores 1 e 2

O sistema elétrico da sonda pode ser dividido em pequenos sistemas, sendo assim separados de acordo com a função dos equipamentos neles inseridos. São eles: Sistema do Top Drive, Sistema de Lama, Sistema de

Bombas de Lama, Unidade de Energia Hidráulica, Sistema de Iluminação, Sistema de Controle e Sistema do Guincho, figuras 7 a 13 respectivamente.



Figura 7 - Sistema do Top Drive



Figura 8 - Sistema de Lama



Figura 9 - Bombas de Lama



Figura 10 - Unidade de Energia Hidráulica



Figura 11 - Sistema de Iluminação



Figura 12 - Sistema de Controle



Figura 13 - Guincho (Drawworks)

A exceção do sistema de iluminação e do sistema de lama, todos os outros sistemas são conectados pelo sistema de controle, permitindo assim que não se cometam erros operacionais severos e o trabalho seja feito com mais segurança.

O Top Drive, o Drawworks e as Bombas de Lama, são motores de frequência variável devido a suas características de trabalho, pois é preciso se ter o controle de torque e velocidade destes motores. Por esta característica, os mesmos são alimentados por inversores de frequência ACS800 07, fabricados pela ABB, figura 14 e 15, que possuem um sistema de controle integrado. Tais inversores são conectados ao barramento DC da sala de comando a fim de promover o regime de trabalho necessário de cada motor às operações requisitadas para a perfuração.



Figura 14 - Blocos de Inversores de Frequência.

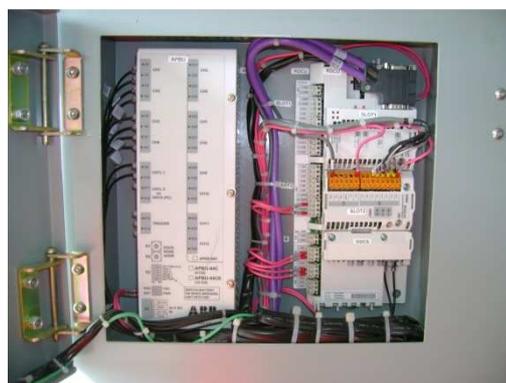


Figura 15 - Controlador de um bloco inversor.

A operação da sonda é feita totalmente na cabine do sondador, nesta cabine estão localizados todos os comandos necessários para operar a sonda, figura 16, sendo necessário pouco ou nenhum pessoal na plataforma para se promover o trabalho de perfuração da sonda. Além do painel de operação, o sondador utiliza também as IHMs (Interface Homem Máquina), figura 17, que são telas sensíveis ao toque, nas quais ele pode ter acesso às informações pertinentes a operação da sonda, bem como, a menos do uso do joystick, sendo possível operar a sonda através das mesmas.



Figura 16 - Painel de Operação



Figura 17 - Telas de IHM

2. Descrição das atividades desenvolvidas na Perbrás – OS Pangéia

Para trabalho proposto no estágio e desenvolvido na empresa, foi solicitado ao estagiário formular os procedimentos e os planos de manutenção preventiva dos equipamentos elétricos da sonda, pois até aquela ocasião tais planos e procedimentos não existiam. Para tanto os coordenadores decidiram que inicialmente o estagiário deveria participar da equipe de manutenção para poder familiarizar-se com a sonda e observar as necessidades de cada equipamento para o desenvolvimento do plano de manutenção dos mesmos. Foi necessário ao estagiário, também, fazer uma leitura do manual da sonda a procura de procedimentos já propostos para os equipamentos e integrar essa informação à realidade do trabalho efetuado na sonda.

Ao reunir toda informação necessária, foi dado início a formulação dos procedimentos. Tais procedimentos deveriam seguir o padrão já implementado pela empresa, onde as atividades são separadas por periodicidade, a descrição de cada atividade é feita de forma detalhada, permitindo que indivíduos não familiarizados com a sonda de perfuração (mas que tenha o mínimo de conhecimento técnico) sejam capaz de realizar os procedimentos descritos. Também em cada procedimento devem ser incluídas todas as recomendações de segurança necessárias para evitar que acidentes ocorram durante a execução do serviço.

Outra atividade requisitada foi o acompanhamento de todas as intervenções de manutenção corretiva para que o aluno adquirisse conhecimentos necessários a pratica da engenharia em campo e lhe foi dada a liberdade de opinar, questionar e até mesmo desenvolver, sob supervisão, as estratégias para as intervenções corretivas. Com isso foi possível aprender técnicas e estratégias para detectar os defeitos, as causas e as soluções dos mesmos.

2.1. Conceito contemporâneo de manutenção: Terotecnologia

Ainda hoje, numa grande maioria dos empreendimentos tecnológicos, os responsáveis pela manutenção se encontram ausentes dos grupos que concebem, projetam e montam as usinas e as instalações industriais e serviços. Projetar e erigir uma instalação sem que ninguém, até no momento de partida, trate da organização e da sistematização prévias das atividades de manutenção, constitui uma grande falha [1]. Nestes casos, nos primeiros meses de funcionamento é normal acumularem-se problemas graves e multiplicarem-se e alongarem-se as paradas por defeitos devido às seguintes insuficiências:

- Ausência de pessoal de manutenção com conhecimento inicial profundo das instalações;*
- Escassez de dados de consulta necessários para a correta pesquisa de anomalias e para referência dos procedimentos e peças de substituição*

a usar, isto é, má organização da biblioteca de manuais técnicos e de manuais de manutenção;

- Escassez de desenhos de projeto detalhado correspondendo corretamente aos equipamentos instalados e às conexões efetuadas;*
- Ausência de "stocks" corretos de peças de reposição, no que se refere à qualidade ou à quantidade dos itens de almoxarifado;*
- Inexistência de rotinas de manutenção preventiva e de diagnóstico previamente estruturadas e racionalizadas;*
- Inexistência de procedimentos normalizados e racionalizados para a manutenção periódica, programada de grandes equipamentos;*
- Inexistência de fichários históricos para registro de tempos e ocorrências, etc.;*
- Escolha incorreta dos equipamentos e soluções;*
- Negligência de aspectos de grande importância tais como: "conservabilidade" ou manutenibilidade dos equipamentos, tempo médio entre falhas, vida útil do equipamento, tempo médio de reparo dos equipamentos e existência de meios locais humanos e materiais para a manutenção dos equipamentos.*

A Terotecnologia é uma concepção global e integrada do modo como deve ser estudada, escolhida e construída uma nova instalação tecnológica. Os conceitos básicos são os seguintes:

- Os pontos de vista sociais, econômico-financeiros, tecnológicos, de operação e produção e de manutenção de um novo empreendimento são igualmente importantes; especialistas destas várias disciplinas devem fazer parte da equipe de concepção e acompanhamento, desde as fases iniciais (plano diretor, projeto básico, anteprojeto, projeto detalhado) e durante a instalação de partida.*
- Os pareceres da manutenção estarão sempre presentes em toda a fase de concepção, escolha de equipamentos e escolha de soluções de instalação.*
- A manutenção deve ser previamente organizada e estruturada antes do dia da partida da instalação; nesse dia a manutenção deve ser uma "máquina" pronta a partir.*
- O pessoal básico de manutenção, que ficará adstrito ao sistema, deve acompanhar todas as fases do projeto e instalação de modo a conhecer em detalhe todas as minúcias dos equipamentos e das instalações logo de início.*
- A chefia da manutenção deverá ocupar um nível hierárquico no organograma idêntico ao da chefia de operação.*

No setor Os Pangeia da Perbrás, o conceito de Terotecnologia ainda não havia sido implantado. O pessoal de manutenção não tinha conhecimento prévio de todo o processo de operação e aos mesmos a sonda havia sido apresentada de forma superficial. Não tendo a equipe de manutenção recebido cursos de capacitação, os procedimentos de manutenção eram executados baseados na experiência de trabalho dos profissionais em outras sondas. O setor de manutenção operava na base da tentativa e erro, adquirindo conhecimentos de forma intuitiva.

A criação da Coordenação de Manutenção teve como intuito trazer os conceitos de terotecnologia à realidade do setor. Os fabricantes da Rapid Rig detalharam os procedimentos a serem seguidos para a correta manutenção dos equipamentos, mas

faltava levar esses conhecimentos a equipe de manutenção. A transcrição e adaptação dos procedimentos para uma linguagem mais fácil e de melhor compreensão aos profissionais do setor tornou-se necessária para a correta execução do trabalho dos mesmos.

2.2. Manutenção Preventiva

A Manutenção Preventiva, como o próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros [2]. Dentre as vantagens, podemos citar:

- Diminuição do número total de intervenções corretivas, diminuindo o custo da corretiva;*
- Grande diminuição do número de intervenções corretivas ocorrendo em momentos inoportunos como por ex: em períodos noturnos, em fins de semana, durante períodos críticos de produção e distribuição, etc.;*
- Aumento considerável da taxa de utilização anual dos sistemas de produção e de distribuição.*

Para que a manutenção preventiva funcione é necessário:

- Existência de um escritório de planejamento da manutenção (Coordenação de Manutenção) composto pelas pessoas mais altamente capacitadas da manutenção e tendo funções de preparação de trabalho e de racionalização e otimização de todas as ações. Com isso se obtém uma otimização da manutenção.*
- Existência de um arquivo técnico contendo: manuais de manutenção, manuais de pesquisas de defeitos, catálogos construtivos dos equipamentos, catálogos de manutenção (dados pelos fabricantes) e desenhos de projeto atualizados.*
- Existência de fichários contendo as seguintes informações:*
 - Fichas históricas dos equipamentos contendo registro das manutenções efetuadas e defeitos encontrados;*
 - Fichas de tempos de reparo, com cálculo atualizado de valores médios;*
 - Fichas de planejamento prévio normalizado dos trabalhos repetitivos de manutenção. Nestas fichas contém-se: composição das equipes de manutenção, materiais, peças de reposição e ferramentas necessárias além dos procedimentos a serem seguidos.*
 - Existência de planilhas nos quais se mostram os trabalhos em curso e a realizar no próximo futuro. Devem existir planilhas locais nas oficinas;*

- *Existência de um serviço de emissão OS (Ordem de Serviço), contendo a descrição do trabalho, os tempos previstos, a lista de itens a requisitar e a composição da equipe especializada;*
- *Emissão de mapas de rotinas diárias;*
- *Existência de um serviço de controle, habilitado a calcular dados estatísticos destinados à confiabilidade e à produção;*
- *Existência de um serviço de emissão de relatórios resumidos das grandes manutenções periódicas;*
- *Existência de interações organizadas com o almoxarifado e os serviços de produção.*

Quando o aluno chegou a Perbrás, o setor de manutenção tinha a pouco tempo sido instalado. Tendo todos os arquivos técnicos a disposição, não havia planilhas de históricos, planos de manutenções periódicas, emissões de OS nem interação entre o setor e o almoxarifado.

O intuito de elaborar os procedimentos de manutenção era justamente para que estas servissem de base para a criação de rotinas que ao serem analisadas quanto ao tempo de execução e materiais necessários. Estas informações eram necessárias para alimentar o banco de dados do software de gerenciamento de manutenção, o Engeman®, o qual servia para emitir as OS contendo os procedimentos, rotinas, tempo de execução, materiais a serem utilizados e pessoal autorizado. Com uso contínuo do Engeman® seria possível armazenar os históricos de manutenções, emitir relatórios e controlar estoque e gastos.

2.2.1. Organização da Manutenção Preventiva

Uma vez alcançado o objetivo da manutenção elétrica, que é manter sob controle todas as paradas dos equipamentos, de forma que estas não prejudiquem a produção desejada, podemos concluir que sua importância reside em uma maior garantia de cumprimentos dos prazos contratuais assumidos e um aumento considerável da vida útil destes equipamentos e, conseqüentemente, um custo menor para o produto final.

Devemos acrescentar, ainda, que uma manutenção elétrica bem feita, além de reduzir a níveis diminutos as avarias dos equipamentos e instalações industriais, por conseqüência, reduz, também, sensivelmente, os riscos de acidentes de trabalho o que traz maior confiança e satisfação para os operários e reforça os lucros da empresa, pois teremos menos mão-de-obra inativa.

2.3. Desenvolvimento dos procedimentos para a sonda KM

Numa sonda de perfuração diesel elétrica, os equipamentos essenciais para o funcionamento da mesma são, além dos geradores, o guincho (drawworks), o top drive e as bombas de lama. Por este motivo, estes foram os equipamentos nos quais as atenções foram voltadas primordialmente. Por serem motores de uso contínuo e severamente requisitados, uma maior

atenção foi dada aos mesmos. Porém todos os subsistemas da sonda tiveram procedimentos elaborados para a manutenção preventiva dos mesmos.

Uma leitura minuciosa do manual tornou-se necessária a fim colher informações necessárias para definir a agenda e os procedimentos de manutenção de cada um deles. Além disso, foi preciso fazer uma revisão teórica de inversores de frequência e de máquinas elétricas de indução e síncronas para poder compreender adequadamente o funcionamento dos equipamentos

A tabela 1 mostra as especificações dos equipamentos tratados durante o estágio.

Tabela 1 – Lista de Equipamentos, sua função na sonda e características elétricas.

| <i>Equipamento</i> | <i>Função</i> | <i>Características</i> |
|--------------------------------|--|--|
| <i>Bombas de Lama</i> | <i>Bombear fluido de perfuração para dentro do poço.</i> | <i>Cada bomba é acionada por um motor elétrico Baylor de velocidade variável, tensão nominal de 600VAC e potência de 1230HP</i> |
| <i>Drawworks</i> | <i>Sustentar a coluna de perfuração juntamente com o TDS.</i> | <i>É acionado por um motor elétrico Baylor de frequência variável, tensão nominal de 600VAC e potência de 1230HP</i> |
| <i>Top Drive</i> | <i>Promover torque e velocidade a coluna de perfuração.</i> | <i>O modelo 10SRR é acionado por um motor elétrico de corrente alternada e frequência variável com tensão nominal de 600VAC e potência de 350HP.</i> |
| <i>Geradores</i> | <i>Gerar a energia elétrica que alimenta toda a sonda.</i> | <i>Constitui-se de dois geradores Baylor, movidos por motores a diesel da Detroit, gerando uma tensão de saída de 600V, 60Hz, fator de potência de 0,6 e potência de saída de 1750KVA.</i> |
| <i>Motores Secundários</i> | <i>Acionam bombas, peneiras, agitadores e misturadores de lama e sistema de ventilação dos motores de frequência variável.</i> | <i>Todos possuem tensão nominal de 460V e com potências que variam de 2 a 100HP.</i> |
| <i>Luminárias e Refletores</i> | <i>Promover a iluminação da sonda.</i> | <i>Os refletores possuem lâmpadas de vapor de mercúrio com potência de 400W e as luminárias são fluorescentes com potência de 60W.</i> |
| <i>UPS</i> | <i>Manter a estabilidade na alimentação do sistema de controle.</i> | <i>Alimentada com uma tensão trifásica de 220, promove uma saída estável de 127 com um módulo de 4 baterias e um sistema de retificação e inversão de tensão.</i> |

2.3.1. Manutenção dos Motores das Bombas de Lama e Drawwoks

Como os motores das Bombas de Lama e do Drawworks são do mesmo modelo, os procedimentos para os motores destes equipamentos são exatamente iguais.

Como os motores operam em ambientes extremamente insalubres o manual indica que a limpeza semanal dos mesmos é de extrema importância, dando atenção principalmente para o sistema de ventilação, para que ela ocorra normalmente, pois devido à carga que estão submetidos, o aumento excessivo de temperatura é inevitável. Além da limpeza é necessário inspecionar o correto funcionamento dos motores de ventilação e das conexões de força, controle e comando dos mesmos. Na figura 18 pode ser observado o motor de ventilação juntamente com as aletas de entrada de ar e na figura 19 as conexões de força e comando.



Figura 18 - Sistema de ventilação dos motores das Bombas de Lama e Drawworks



Figura 19 - Cabos de força e de comando de uma das Bombas de Lama.

Dentro do plano de manutenção semanal, com o motor em funcionamento, chegou-se a conclusão de se incluir a checagem da temperatura das conexões de força dos motores, para verificar existência de perdas, inspecionar com um termômetro a temperatura dos mancais para que os motores não funcionem com os mancais superaquecidos além observar vibrações ou ruídos excessivos. Indica-se também observar na casa de comando, através da IHM, se a operação real do motor condiz com as informações do sistema.

Para o plano de manutenção mensal, através de consulta ao manual, foi definida a observação da isolação do motor. Aferindo em cada um dos seus terminais, através de um megômetro, a resistência entre os enrolamentos do mesmo com a carcaça. No manual vem explicitado que o valor mínimo desta resistência deveria ser:

$$M\Omega = \frac{V_n}{1000} + 1$$

Onde V_n é a tensão nominal, que no caso é 600V para tais motores e $M\Omega$ é o valor de mega ohms aferido no aparelho, que para os motores em questão é:

$$M\Omega = 1,6$$

Caso este valor não seja verificado, o motor só poderá voltar a operar depois de um procedimento de secagem.

Como consultado no manual, a cada três meses é preciso fazer uma limpeza interna das cabeças do enrolamento do estator do motor. Para tanto se deve remover todas as placas de proteção das cabeças de enrolamento, assim como a suspensão do motor de ventilação, figura 20, que deve ser feita por um guindaste ou carro “muque”, para se obter total acesso ao interior do motor. Neste caso não se precisa retirar o rotor, pois o mesmo é blindado sendo pouco provável a entrada de sujeira no compartimento do mesmo. É preciso também fazer uma inspeção do estado dos enrolamentos, procurando por sinais de curto circuito, fagulhamento, fissuras ou presença de umidade interna. A limpeza é dividida em três estágios. Primeiramente é retirada toda a sujeira grossa e corpos estranhos que estejam no interior do motor, em segundo lugar aplica-se solvente elétrico sobre as cabeças do enrolamento para que se tire a sujeira mais impregnada, por fim, utilizando uma pistola de ar comprimido, secam-se os enrolamentos e retira-se qualquer resquício de contaminantes. O motor é novamente fechado e caso não seja detectado nenhum problema.

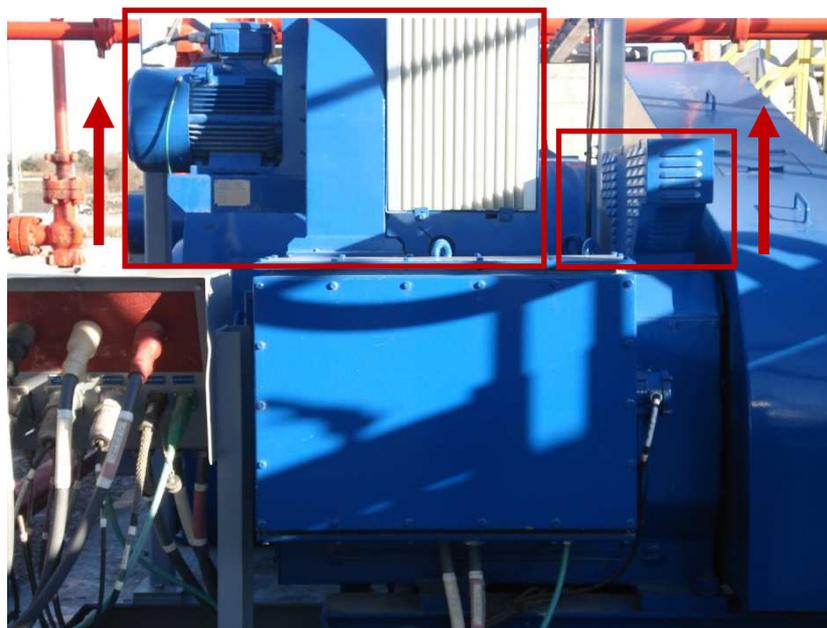


Figura 20 - Retirada de proteções para acesso a cabeça de enrolamento

O manual indica que a cada três meses é preciso lubrificar o rolamento dos eixos dos motores. Neste caso o agente de manutenção indicado foi um

mecânico, pois se deve tomar cuidado para não aplicar graxa errada nem em excesso.

Nos procedimentos acima, quando não especificado o contrário, foi explicitamente indicado nos formulários da empresa que tais manutenções deveriam ser feitas com os motores desligados e desenergizados, tendo seus disjuntores abertos e lacrados nesta posição.

2.3.2. Manutenção do Top Drive

O Sistema do Top Drive é o mais importante da sonda de perfuração. Apesar de o guincho promover a sustentação da coluna de perfuração, é o Top Drive que é responsável pela rotação e torque da coluna de perfuração. Além disso, é no Sistema do Top Drive que fica alocado o elevador de tubos BX juntamente com seus braços de movimentação, figura 21, assim como a chave de conexão de tubos ST-80, figura 22. Apesar da importância deste equipamento, o manual dispõe de poucas informações para sua manutenção preventiva. Portanto tornou-se necessário revisar o histórico de falhas do mesmo para poder elaborar o plano de manutenção dele.

Como nos outros motores elétricos, o manual indica que a constância de limpeza do sistema de ventilação é um dos pontos fortes da manutenção do Top Drive, portanto semanalmente é preciso limpar suas aletas de ventilação, para que nenhum agente contaminante externo consiga instalar-se dentro do motor, prejudicando assim seu funcionamento. Decidiu-se incluir que temperatura do mesmo deve ser sempre monitorada para detectar-se algum sobreaquecimento. O manual indica checar toda semana as conexões elétricas de força, para garantir que não haja falhas que possam comprometer o funcionamento do motor de perfuração. A figura 23 demonstra alguns dos procedimentos a serem executados semanalmente no motor do Top Drive.

Assim como as Bombas de Lama e o Drawwork, o motor do Top Drive é ventilado por um motor externo. Para o plano de manutenção mensal, como consta no manual, o motor do ventilador externo e da bomba de lubrificação da caixa de engrenagem na qual o motor de perfuração é acoplado, devem ser inspecionados a procura de falhas de conexão e mal-funcionamento. Todas as caixas de ligação (chamadas de J-Box) devem ser abertas e inspecionadas a procura de falhas na conexão, assim como os solenóides de todas as válvulas do sistema hidráulico. Decidiu-se incluir no procedimento a inspeção e limpeza do sensor de movimentação dos braços do elevador BX.

Por fim, a cada três meses, como consta no manual, o motor de perfuração, o motor do ventilador externo e o motor da bomba de lubrificação devem ser lubrificados para evitar desgaste nos rolamentos dos eixos.

No topo do Top Drive há um encoder para o controle de velocidade do motor, foi incluído no procedimento a inspeção deste sensor para evitar falhas de controle do equipamento.



Figura 21 - Elevador BX



Figura 22 - St-80

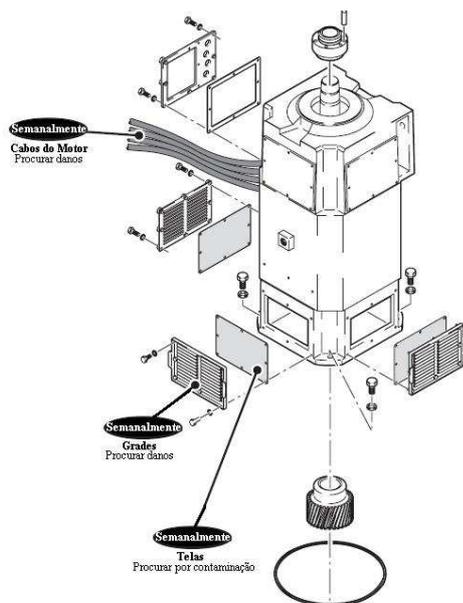


Figura 23 - Procedimentos semanais do motor de perfuração (Top Drive).

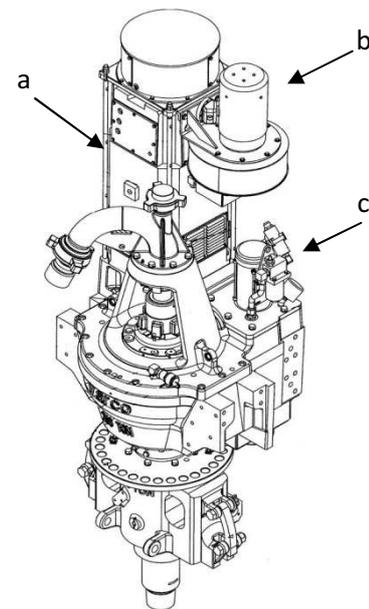


Figura 24 - a) Motor de Perfuração, b) Blower e c) Bomba de Lubrificação

2.3.3. Manutenção do Conjunto de geradores

Os geradores, assim como os motores das Bombas de Lama e do Motor do Drawworks são fabricados pela Baylor. Inclusive possuem características bastante parecidas, portanto os procedimentos de manutenção também são muito parecidos. A diferença entre eles é o circuito de campo, que aproveita a tensão gerada para induzir o campo no rotor do gerador, portanto quando é aferida a isolação dos geradores é preciso desconectar o circuito de campo dos

enrolamentos do estator, para que este não seja danificado. O circuito de campo fica posicionado no compartimento frontal inferior como indicado na figura 25. Outra diferença é que além da limpeza das cabeças de enrolamento do estator é preciso limpar os isoladores dos barramentos de conexão do gerador, que ficam no compartimento frontal superior, figura 25, para evitar o aparecimento de corrente de fuga para a massa. Estes procedimentos são descritos no manual do equipamento.

Os geradores são auto-ventilados, não havendo recomendações segundo o manual para manutenção do sistema de ventilação do mesmo, embora se tenha a prática e esta foi colocada no procedimento, de se utilizar uma pistola de ar comprimido para a limpeza das aletas de ventilação.

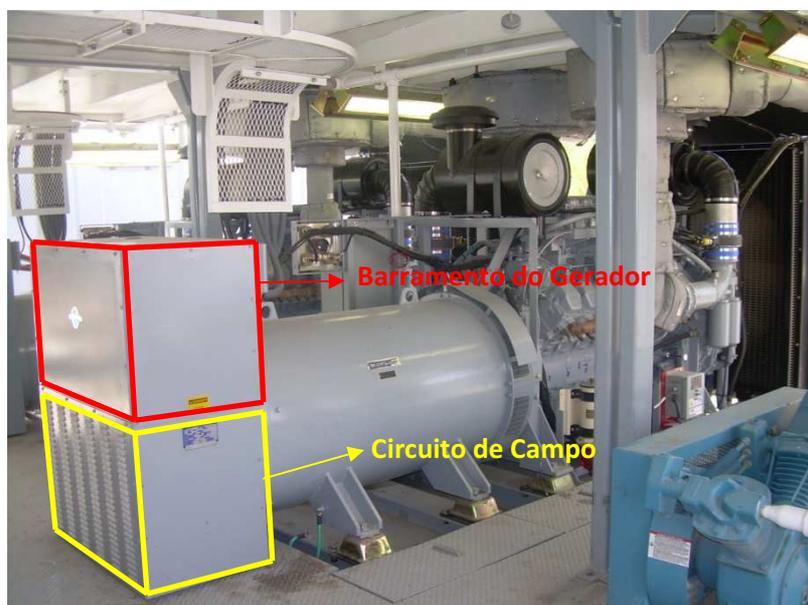


Figura 25 - Compartimentos frontais de um dos geradores.

2.3.4. Manutenção geral dos motores

Todos os outros motores da sonda são pequenos motores auto-ventilados, alimentados por 460V com potências até 100HP. Para esses motores foi recomendada a aferição semanal das correntes de fase para registro de degradação e uma inspeção e limpeza trimestral das caixas de ligação e de comando se houverem, assim com a limpeza das aletas dos ventiladores. A cada três meses também é recomendado a medição do isolamento de cada um dos motores utilizando um megômetro. Para os motores que não possuem rolamento blindado, definiu-se a lubrificação dos mesmos. A figura 26 ilustra alguns tipos de motores encontrados na sonda.

Estão inclusos nestes procedimentos, os motores dos ventiladores dos motores principais, i.e., Drawworks, Bomba de Lama, Top Drive.



Figura 26 – a) Bomba Centrífuga c/ caixa de ligação somente, b) Agitador de Lama com caixa de conexão e caixa de comando, c) Caixa de comando em destaque.

2.3.5. Manutenção da Iluminação

As luminárias da sonda são todas blindadas, do tipo anti-exploração. Constituem de refletores de 400W com lâmpadas de vapor de mercúrio, figura 27, e luminárias fluorescentes de 60W. A princípio, todo o sistema de iluminação era alimentado por uma tensão de 110V, mas com a degradação de alguns refletores e a inexistência de peças sobressalentes no mercado, foi preciso adaptar nos equipamentos defeituosos, modelos de reatores nacionais de tensão nominal de 220V. Com isso parte do sistema foi modificado para fornecer uma alimentação de 220V e outra parte manteve-se original a 110V.

Os procedimentos de manutenção indicados da iluminação da sonda consistem em inspeções diárias do funcionamento das luminárias e uma vez por mês, uma verificação mais minuciosa do estado interno da mesma, para verificar umidade, ferrugem e conexões. Tais procedimentos não estavam no manual.



Figura 27 - Refletores do Mastro

2.3.6. Manutenção do Sistema de Controle

Ao consultar-se o manual, não se vê previsão de manutenção preventiva para o sistema de controle da sonda, porém devido à sensibilidade do sistema, a alimentação dele é feita utilizando-se unidades de regulação de tensão conhecidas como Uninterruptible Power Supply, ou UPS, figura 28. Elas garantem, a partir de um conjunto de 4 baterias e um módulo inversor, uma tensão de alimentação AC constante de 127V, não importando as variações de tensão do sistema. Elas ficam localizadas tanto na sala de controle como na cabine do sondador, pois são nestes dois locais da sonda que ficam os módulos de controle. Para estas unidades de regulação de tensão, foi desenvolvido o plano de manutenção.

A manutenção delas restringe-se a verificação de alarmes de falta diária, limpeza e verificação das conexões semanalmente.



Figura 28 - Unidade de UPS.

2.4. Implementação dos Procedimentos e Planos de Manutenção

Os procedimentos descritos acima foram minuciosamente detalhados em um documento cujo título base é “Procedimento Técnico Perbrás” ou PTP. Nestes documentos estão descritos recomendações específicas, ferramentas, EPIs requisitados, documentos complementares além da descrição detalhada dos procedimentos e o intervalo de execução dos mesmos.

Com as PTPs foi possível elaborar uma planilha que continha os planos de manutenção diários, semanais, mensais, trimestrais, semestrais e até anuais dos equipamentos. Estas planilhas eram entregues diariamente a equipe de manutenção para execução e tendo estes qualquer dúvida, bastava

consultar as PTPs. No final do expediente eram feitas as inspeções das execuções pelo Coordenador Técnico de Manutenção ou pelo Supervisor de Manutenção da sonda. Após conferir o cumprimento do plano, o mesmo era assinado e arquivado para registro.

2.5. Acompanhamento das Intervenções Corretivas

A seguir serão descritos alguns eventos nos quais o estagiário acompanhou a manutenção corretiva de alguns equipamentos. Os eventos serão descritos na forma de sintomas, identificação do defeito e solução adotada.

Caso 1

Sintoma: Travamento do sistema da sonda, causado a interrupção da operação.

Identificação do defeito: Os travamentos a principio aconteciam esporadicamente e com o tempo tornaram-se mais freqüentes. Foi solicitada a visita de técnicos da NOV para a detecção do problema, porém os mesmo não conseguiam identificar a causa das falhas. O estagiário, juntamente com o coordenador de manutenção da Perbrás, conectou um laptop ao sistema de controle da sonda, através de um dos 'switches' de comunicação e verificaram que havia falhas na transmissão de dados entre a sala de comando e a cabine do sondador.

Solução adotada: Verificação da integridade dos cabos de fibra ótica. No processo foi detectada uma falha na conexão da cabine do sondador, causada pela folga de um parafuso de ajuste como mostra a figura abaixo.



Caso 2

Sintoma: Queda do sistema de alimentação da sonda.

Identificação do defeito: Enquanto o electricista responsável verificava falhas no sistema de controle dos geradores, o estagiário foi designado para fazer uma vistoria completa nos equipamentos. Com isso foi identificada uma válvula de alimentação de combustível que por causas ainda não respondidas estava fechada.

Solução adotada: Reabertura de válvula e retirada de ar dos motores diesel acionadores dos geradores.

Caso 3

Sintoma: Desligamento repentino do motor de perfuração do Top Drive.

Identificação do problema: Na tela de alarmes do sistema da sonda, havia uma alarme de não haver resposta no acionamento do motor de lubrificação do Top Drive. Ao se colocar o motor de lubrificação para trabalhar no modo manual, havia a abertura do relé térmico. Com a retirada do motor de lubrificação, indentificou-se o travamento do rotor do mesmo.

Solução Adotada: Substituição do motor de lubrificação por um reserva e o envio do motor defeituoso para uma oficina especializada para destravamento do rotor e rebobinamento do mesmo.

Caso 4

Sintoma: Ativação do alarme de falta na sala de comando, indicando uma falta fase-terra.

Identificação do problema: Após uma vistoria completa na sonda, foi detectado que a falta era originada pelo ar-condicionado da cabine do sondador. Após abertura do ar-condicionado, verificou-se que o mesmo estava com os drenos de água entupidos causando derramamento de água para dentro dos equipamentos elétricos. Isto causou um curto no ventilador do trocador de calor.

Solução Adotada: O motor do ventilador do trocador de calor foi enviado para uma oficina especializada para ser rebobinado. Neste meio tempo ele foi substituído por um com menor potência, e a eficiência do ar-condicionado foi reduzida propositalmente para não sobrecarregar o mesmo.

3. Conclusão

O estágio integrado foi de grande importância para consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia elétrica. A atividade possibilitou um maior contato com a prática, vivendo situações novas que não eram possíveis dentro do ambiente acadêmico. Para a elaboração dos procedimentos foi necessário o estudo dos equipamentos, os quais em maioria eram motores, isso possibilitou aprender quais os principais motivos de falha de motores elétricos e como realizar a manutenção dos mesmos. Com um maior contato com os técnicos e engenheiros da área foi possível obter um maior conhecimento prático da atividade de engenharia, como por exemplo, organizar rotinas de manutenção, coordenar as atividades do grupo e montar planos de intervenções conciliados com a operação. Finalmente foi possível aprender e aplicar normas de segurança no trabalho, tão importantes hoje na atividade industrial. O estágio serviu de grande aprendizado para o aluno possibilitando ao mesmo um engrandecimento pessoal e profissional necessário para o ingresso no mercado de trabalho.

4. Bibliografia

- [1] CAMARA, J. M. *Apostila Virtual de Manutenção Elétrica Industrial*, disponível em: <http://www.dee.ufrn.br/~joao/apostila/index1.htm>
- [2] SANTOS, Mário José M. F. *Gestão de Manutenção do Equipamento*, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, Fev 2009.
- [3] *Operation and Maintenance Manual: Starfish Drilling BV Rig 1, Rapid Rig 6 – National Oilwell Varco.*
- [4] NR 10 – *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.*
- [5] NBR 5418 – *Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas.*
- [6] NBR 5410 – *Instalações Elétricas de Baixa Tensão.*

5. Anexo

Procedimento de Manutenção Preventiva do sistema de Iluminação

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
|  PERBRAS | PROCEDIMENTO TECNICO PERBRÁS | |
| | TÍTULO: Manutenção Preventiva Elétrica do Sistema de Iluminação | CÓDIGO PTP – 014 |

1. Objetivo

Descrever os procedimentos de manutenção do sistema de iluminação da sonda.

2. Áreas envolvidas

2.1. Coordenação de Manutenção

3. Documentos Complementares

3.1. NBR 5418 – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas.

3.2. NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

4. Definição

5. Disposições Gerais

5.1. Aspecto e Impacto

5.1.1. Antes de começar este procedimento, as pessoas devem ter conhecimento dos aspectos, impactos, partes interessadas, situação (normal / risco), classe (adversa / benéfica), incidência (direta / indireta), temporalidade (passada / atual / futura), grau de exposição / probabilidade, efeito / consequência, importância / risco = grau de exposição x efeito e comentários, os quais são baseados em segurança e saúde, meio ambiente, qualidade e ergonomia, evitando os riscos de acidentes / incidentes, baixa qualidade dos serviços e/ou produtividade, colaborando, portanto com a política do SGI.

5.1.2. Após efetuar este procedimento, descarte cada material em seu local, conforme política do SGI / coleta seletiva.

5.1.3. As precauções, medidas de controles e/ou recomendações, estão descritas no capítulo “6. Procedimento”, deste documento.

5.1.4. Os colaboradores devem estar conscientizados quanto às potenciais consequências do não cumprimento deste procedimento, devendo levar em consideração Lesão Física, Interrupção do Processo, Contaminação Ambiental e Descumprimento da Legislação.

5.2. Precauções

| REVISÃO | ELABORADO POR: | APROVADO POR: | DATA DA APROVAÇÃO | FL DE FL |
|---------|------------------------|---------------|-------------------|----------|
| 00 | Glauber de M Maciel | | | 1 / 4 |

| | | |
|---|--|-----------------------------|
|  PERBRAS | PROCEDIMENTO TECNICO PERBRÁS | |
| | TÍTULO: Manutenção Preventiva Elétrica do Sistema de Iluminação | CÓDIGO PTP – 014 |

5.2.1. Execute essa O.S. preferivelmente acompanhado por um supervisor.

5.3. Recomendações Especiais

5.3.1. Quando não especificado, antes de qualquer intervenção sempre desligar a alimentação elétrica dos equipamentos diretamente no AC Drive abrindo o respectivo disjuntor.

5.3.2. Quando aberto o disjuntor do equipamento deve ser lacrado e sinalizado para evitar acidentes.

5.4. Ferramenta, Materiais e Equipamentos de Teste Requerido.

5.4.1. Ferramentas de Mão, Lanterna e Trapos.

6. Procedimento

6.1. Inspeção do funcionamento

6.1.1. Inspeccione as luminárias e/ou refletores de cada circuito de iluminação, observando funcionamento e intensidade de luz. Caso observado algum problema, comunicar ao responsável de manutenção para se tomar as devidas providências.

6.2. Inspeção de limpeza e ligação

6.2.1. Checar o grau de limpeza das lentes dos refletores e luminárias, promovendo a limpeza caso necessária.

6.2.2. Abrir o refletor ou luminária para executar a inspeção interna, tanto de limpeza quando de condições do circuito. Limpe e retire qualquer umidade, ferrugem, materiais esquecidos (parafusos, porcas, etc.) ou estranhos se necessário. Se houver entrada excessiva de água, verifique a vedação dos vidros, tampas e prensa cabos repondo-os caso necessário.

6.2.3. Inspeccione as conexões internas, observando falhas ou ligações errôneas.

6.2.4. Conecte o equipamento a um plugue adequado (formato e tensão adequados ao equipamento) e verifique o funcionamento do mesmo. Em caso de falha, comunique ao responsável de manutenção.

| REVISÃO | ELABORADO POR: | APROVADO POR: | DATA DA APROVAÇÃO | FL DE FL |
|---------|------------------------|---------------|-------------------|----------|
| 00 | Glauber de M Maciel | | | 2 / 4 |