






347

**SISCEAB - SISTEMA DE ENERGIA
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE
TRANSFORMADOR A SECO
000.00.E01.EP.013.01**

10:35 05/04/2011 003610 CISCEP/CISIVM PROTOCOLO WDC.



REGISTRO DE REVISÕES

Revisão	Data	Itens e páginas revisadas	Elaboração	Verificação	Aprovação
00	27/10/08	Emissão inicial	Eng ^a Frederico Andrade CREA-RJ:1990103352	Eng ^a Jorge Kushikawa CREA-RJ:1977102071	Robson Fonte Ten Cel Eng CREA-RJ:89104267/D
01	25/03/11	Revisão geral	 Eng ^a Frederico Andrade CREA-RJ:1990103352	 Eng ^a Frederico Andrade CREA-RJ:1990103352	 Jonseli Vasques de Sousa Ten Cel Eng CREA-RJ:861037899/D

--	--	--	--	--	--

Código CISCEA: 000.00.E01.EP.013.01	Número CTCEA: EP198/08	
Substitui a:	Área emitente: DI/GI	Classificação do documento: OSTENSIVO
Palavras-chave: SISTEMA DE ENERGIA - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - TRANSFORMADOR A SECO	Vigência até: INDETERMINADA	Nº de páginas: 15
	Distribuição: DI / GI / IEL / IPR / IFC	



SUMÁRIO

1	FINALIDADE.....	5
2	CONDIÇÕES GERAIS PARA FORNECIMENTO.....	5
3	NORMAS E PADRÕES.....	5
4	REQUISITOS GERAIS.....	6
4.1	PROJETO EXECUTIVO DE FABRICAÇÃO.....	6
4.2	PERMUTABILIDADE.....	7
5	REQUISITOS CONSTRUTIVOS.....	7
5.1	TECNOLOGIA.....	8
5.2	NÚCLEO E FERRAGENS.....	8
5.3	ENROLAMENTOS DE BAIXA TENSÃO.....	8
5.4	ENROLAMENTO DE ALTA TENSÃO.....	8
5.5	LIMITES DE SOBRELEVAÇÃO DE TEMPERATURA.....	9
5.6	NEUTRO.....	9
5.7	CURTO-CIRCUITO.....	9
5.8	NÍVEIS DE RUÍDO.....	10
5.9	ACESSÓRIOS.....	10
5.10	TOLERÂNCIA.....	12
6	REQUISITOS ELÉTRICOS.....	12
6.1	CARACTERÍSTICAS DOS SERVIÇOS AUXILIARES.....	12
6.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO EQUIPAMENTO.....	12
7	REQUISITOS OPERACIONAIS.....	13
7.1	SINAIS DIGITAIS.....	13
8	INSPEÇÕES E ENSAIOS.....	14
8.1	ENSAIOS SOBRE MATERIAIS E COMPONENTES.....	14
8.2	TESTES E ENSAIOS DE TIPO.....	14



8.3 TESTES E ENSAIOS DE ROTINA.....14

Handwritten signature



1 FINALIDADE

Esta Especificação Técnica (ET) estabelece as condições e os requisitos técnicos gerais a serem seguidos durante o Fornecimento de Transformadores a Seco para os Sítios do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

Deverá ser considerada em conjunto com as demais Especificações Técnicas constantes do Edital, correspondente ao fornecimento em questão.

Nota: em caso de incompatibilidade e/ou discrepância entre especificações e normas, a decisão ficará a critério da CISCEA.

2 CONDIÇÕES GERAIS PARA FORNECIMENTO

As condições gerais a serem seguidas pela CONTRATADA, para fornecimento de sistema de energia, estão prescritas no Documento nº 000.00.E01.EP.001; as arquiteturas básicas de sistemas de energia, a serem seguidas pela CONTRATADA, estão prescritas no Documento nº 000.00.E01.EP.002; as condições gerais a serem seguidas pela CONTRATADA, para fabricação de equipamentos elétricos, estão prescritas no Documento nº 000.00.E01.EP.003; e as condições gerais a serem seguidas pela CONTRATADA, para fornecimento de sistema de gerenciamento de energia, estão prescritas no Documento nº 000.00.E01.EP.004.

3 NORMAS E PADRÕES

Na ausência de citação específica, todo o fornecimento deverá estar de acordo com as últimas revisões das seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e da *International Electrotechnical Commission* - IEC:

NBR 5034	Buchas para tensões alternadas superiores a 1kV - Especificação
NBR 5051	Buchas para tensões alternadas superiores a 1kV - Método de Ensaio
NBR 5280	Símbolos literais de identificação de elementos de circuitos - Simbologia
NBR 5389	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Método de ensaio
NBR 5416	Aplicação de cargas em transformadores de potência - Procedimento
NBR 7277	Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído
NBR 7570	Guia para ensaios de tensão suportável nominal de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores - Procedimento
NBR 7876	Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na Faixa de 0,15 a 30MHz
NBR 8186	Guia de aplicação de coordenação de isolamento - Procedimento



NBR 10295	Transformadores de potência secos
NBR 10443	Tintas e vernizes - Determinação da espessura de película seca
NBR 11003	Ensaio de aderência em tinta e revestimentos similares - Método de ensaio
NBR IEC 60529	Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)
IEC 60076-11	<i>Power transformers - part 11: dry-type transformers</i>

Nos casos onde as normas da ABNT ou da IEC não existirem ou forem omissas, deverão ser adotadas as últimas revisões das normas das seguintes organizações:

ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CENELEC	<i>European Committee for Electrotechnical Standardization</i>
DIN	<i>Deutsche Industrie Normen</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
VDE	<i>Verband Deutscher Elektrotechniker</i>

4 REQUISITOS GERAIS

4.1 PROJETO EXECUTIVO DE FABRICAÇÃO

O projeto executivo de fabricação deverá ser fornecido de acordo com o prescrito no item 7 do Documento nº 000.00.E01.EP.001. Deverão ser fornecidos os seguintes documentos adicionais para o equipamento:

4.1.1 Desenho Dimensional, contendo:

- Tipo e código do EQUIPAMENTO;
- Tipo e código da CONTRATADA;
- Arranjo geral, em três vistas, com a localização dos acessórios e componentes;
- Dimensões;
- Massa do equipamento;
- Detalhes da base;
- Legenda dos componentes.



4.1.2 Desenhos de Buchas, contendo:

- a) Dimensões principais;
- b) Valores nominais.

4.1.3 Desenhos de Terminais, contendo:

- a) Material empregado;
- b) Dimensões principais;
- c) Dimensões dos furos e entre furos;
- d) Dimensões e tipo dos parafusos.

4.1.4 Diagramas e Listas

- a) Unifilar do circuito principal;
- a) Funcional de supervisão, operação, controle e proteção;
- b) Diagrama de interligação das réguas de bornes;
- c) Listas de materiais/ acessórios.

4.1.5 Listas de Plaquetas, definindo:

- a) Material;
- b) Tamanho;
- c) Posição em relação ao desenho dimensional;
- d) Dizeres (de cada linha).

Nota: a lista de plaquetas deverá contemplar a placa de identificação do equipamento e as placas de identificação dos componentes principais.

4.2 PERMUTABILIDADE

Componentes do mesmo tipo e tensão nominal deverão ser permutáveis tanto física quanto eletricamente. Peças e dispositivos com funções equivalentes deverão ser de projeto e construção idênticos, de modo que possam ser mutuamente permutáveis.

5 REQUISITOS CONSTRUTIVOS

Os requisitos básicos e construtivos (onde aplicável), bem como as condições ambientais, que o equipamento deverá atender estão estabelecidos no Documento nº 000.00.E01.EP.003. Deverá possuir ainda as características indicadas adiante.

ML

5.1 TECNOLOGIA

Baseada no encapsulamento das bobinas de alta tensão sob vácuo, por meio de resina epoxídica autoextinguível (não propagadora de chamas em caso de incêndio) de alta qualidade e de última geração.

5.2 NÚCLEO E FERRAGENS

O núcleo deverá ser do tipo envolvido e ser construído com chapas de silício de grão orientado, laminadas a frio, de baixas perdas e isoladas com material inorgânico. Sua temperatura não deverá ultrapassar o limite da classe térmica dos enrolamentos e o nível de ruído estar de acordo com as normas aplicáveis.

Deverão ser usados aços de qualidade no mínimo igual a do tipo AISI M-4.

As colunas e culatras deverão ser prensadas por meio de perfis de aço e cintas de material isolantes. Após esta operação, o núcleo montado deverá ser pintado com tinta dielétrica (60kV/mm) de classe F (155°C), formulada a partir de resina alquídica. Além das proteções dielétricas e contra corrosão, o tratamento reduzirá ainda mais o baixo nível de ruído acústico do transformador.

5.3 ENROLAMENTOS DE BAIXA TENSÃO

Os enrolamentos de baixa tensão poderão ser construídos em fio ou chapa, assim como em cobre (preferencialmente) ou alumínio.

Os enrolamentos em fio, para garantir a suportabilidade à curto-circuito requerida, deverão ser encapsulados. Neste caso, o processo utilizado deverá ser equivalente ao do enrolamento de alta tensão. Uma vez encapsuladas, as bobinas deverão ter excelente resistência a esforços térmicos e dinâmicos de curto-circuito, bem como completa imunidade ao ambiente atmosférico.

Para enrolamentos em chapa, os condutores deverão ter a altura da bobina e ser isolados por um filme impregnado com resina epoxídica autoextinguível em estágio B de polimerização (pré-curado). Após enrolada, a bobina deverá ser submetida a tratamento térmico, obtendo-se a completa polimerização do isolamento que une as camadas do enrolamento, tornando-o um bloco compacto. Devido a forma do condutor, esforços de curto-circuito nas bobinas fabricadas em chapa são mínimos, garantindo ao transformador, incomparável performance neste quesito. Visando maior resistência a umidade, as cabeceiras da bobina deverão ainda ser preenchidas com resina epoxídica.

A isolamento utilizada deverá ser sempre de classe térmica no mínimo igual a do enrolamento: classe F (155°C). Em casos especiais (quando especificado dessa forma na ET da localidade em questão) poderá ser requisitado transformador classe H (180°C) ou classe C (220°C).

Deverá ser observado o material dos barramentos a ser empregado na conexão do transformador. O contato entre cobre e alumínio deverá ser evitado, devido a corrosão galvânica inerente, podendo implicar mais tarde em problemas nas conexões. Para acoplamento cobre-alumínio deverão ser usadas chapas cladeadas, estanhagem dos barramentos ou pastas anti-corrosivas próprias para conexões elétricas. Barras de cobre prateadas deverão ser evitadas.

5.4 ENROLAMENTO DE ALTA TENSÃO

Os enrolamentos de alta tensão poderão ser construídos em fio ou fita, assim como em cobre (preferencialmente) ou alumínio.





A isolamento utilizada deverá ser sempre de classe térmica no mínimo igual a do enrolamento: classe F (155°C). Em casos especiais (quando especificado dessa forma no documento da localidade em questão) poderá ser requisitado transformador classe H (180°C).

Deverão ser adicionados, interna e externamente a bobina, reforços mecânicos (isolantes pré-curados), os quais, após submetidos a tratamento térmico, deverão conferir a bobina a ser encapsulada elevada resistência a esforços de curto-circuito.

Após a cura dos isolamentos, deverão ser montados moldes de impregnação sobre as bobinas que, postas sob vácuo e temperatura na autoclave, deverão passar por um processo de secagem e retirada da umidade.

Antes da impregnação, os componentes da resina deverão ser misturados e completamente desgaseificados em equipamentos de última geração.

As resinas epoxídicas utilizadas deverão possuir classificação antichama (autoextinguíveis e não explosivo) e certificado UL para 200°C, combinada com altíssima resistência à formação de fissuras (trincas) e ao choque térmico.

Após a secagem das bobinas e desgaseificação da resina, os moldes deverão ser preenchidos e permanecidos na autoclave, para a pré-cura. Todo este processo deverá ser executado com níveis de vácuo, garantidos por um sistema de alta tecnologia.

Após pré curadas, as bobinas deverão ser transferidas para um estufa onde a cura será concluída em uma sequência de temperaturas controladas (preferencialmente) por CLP para garantir a eliminação dos esforços internos no enrolamento. Terminada esta etapa, as bobinas deverão ser finalmente desmoldadas, testadas uma a uma, e então liberadas para montagem.

Deverão ser tomados todos os cuidados no projeto e processo de fabricação das bobinas para conferir ao transformador a seco uma excepcional resistência à curto-circuito e isenção de descargas parciais, traduzidas por uma excelente performance ao longo de sua vida útil, independente das variações de carga e temperatura.

5.5 LIMITES DE SOBRELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

A elevação média de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos não deverá exceder a 105°C, referida a uma temperatura ambiente máxima de 40°C, e a 115°C, referida a uma temperatura ambiente média diária máxima de 30°C, mesmo que a classe de temperatura do transformador seja classe H. Essas sobrelevações de temperatura poderão ser ultrapassadas quando de sobrecargas, sendo que, nessas condições, os transformadores não deverão sofrer quaisquer danos ou redução de vida útil.

5.6 NEUTRO

O neutro do transformador deverá possuir terminal acessível.

5.7 CURTO-CIRCUITO

O transformador deverá ser capaz de suportar, sem sofrer quaisquer danos de vida útil, os efeitos térmicos e mecânicos das correntes de curtos-circuitos externos, dentro dos limites prescritos pela norma NBR 10295.

5.8 NÍVEIS DE RUÍDO

Os níveis de ruído produzidos pelo transformador seco não deverão exceder os limites prescritos pela norma NBR 7277.

5.9 ACESSÓRIOS

Item	Descrição	Acessórios de Série [1]	Acessórios Opcionais [2]
01	Barramentos terminais para conexões dos enrolamentos de baixa e alta tensão	√	
02	Barra de neutro	√	
03	Painel de derivação (comutador de tensão) sem carga, e mbutido nas próprias bobinas com tampa de proteção	√	
04	Conector de aterramento	√	
05	Placa de identificação e avisos de advertência	√	
06	Meios de suspensão da parte ativa e invólucro	√	
07	Rodas bidirecionais	√	
08	Sistema de proteção (monitoramento) térmico dos enrolamentos	√	
09	Borneira para sensores das bobinas	√	
10	Sistema de ventilação forçada		√
11	Cubículo de proteção		√
12	Blindagem eletrostática		√
13	Buchas desconectáveis		√

[1] Deverão ser fornecidos obrigatoriamente com o equipamento.

[2] Deverão ser fornecidos com o equipamento, quando claramente especificado no documento da localidade em questão.

5.9.1 Comutador de Tensão Sem Carga

O transformador a seco deverá ser provido de painel de comutação, o qual deverá ser fundido na parte frontal de cada fase do enrolamento de alta tensão. Este sistema deverá propiciar uma fácil mudança de tensões com o equipamento desenergizado.

Deverá permitir NO MÍNIMO quatro degraus de regulação, conforme valores definidos no documento da localidade em questão.

Poderão ser utilizados elos removíveis para troca das tensões. Deverá ser evitado o uso de comutadores do tipo de contato deslizante.





5.9.2 Sistema de Monitoramento Térmico

Este dispositivo deverá ser utilizado para proteger as bobinas do transformador, detectando temperaturas acima do limite imposto pela classe térmica dos materiais e elevações anormais da temperatura ambiente.

O sistema deverá ser composto por um monitor digital de temperatura com contatos para alarme, desligamento, controle do sistema de ventilação forçada (quando aplicável) e contato adicional ligado a verificação dos sensores (se for PT100).

O monitor deverá ser instalado junto ao equipamento e permitir a leitura constante da temperatura em até 4 canais e a programação das temperaturas de atuação. A alimentação deverá ser em 125V_{cc}.

Os sensores de temperatura, instalados em contato com o enrolamento de baixa tensão, deverão ser em número de um por fase, se tipo PT-100.

Por ser, basicamente, o único acessório de proteção a ser fornecido com o transformador a seco, a instalação de um sistema de monitoramento térmico é obrigatória.

O dispositivo (monitor de temperatura) deverá ser levado a caixa de terminais (régua de bornes) para o Sistema de Gerenciamento de Energia (SIGE).

5.9.3 Conectores

Os conectores deverão ser de liga de cobre (latão, *durium* etc.), estanhados. Deverão ser dimensionados de forma a permitir a passagem de toda a corrente sem superaquecimento. O acabamento e a maneira de fixação dos conectores deverão ser tais que impossibilitem o afrouxamento da conexão com a natural vibração do transformador. Não será aceita a utilização de conectores do tipo solda, devendo ser de aperto a parafuso.

O mesmo critério deverá ser seguido para a instalação de conectores de aterramento, que deverão ser para cabo de bitola MÍNIMA de 50mm².

5.9.4 Placa de Identificação

O transformador deverá possuir uma placa de identificação, de 120mm x 120mm, em aço inoxidável, de acordo com as prescrições das Normas NBR 5356 e NBR 10295.

Quando for o caso, além dos dados padronizados, deverão ser incluídos os seguintes:

- a) indicação de previsão para ventilação forçada;
- b) indicação de previsão de transformadores de potencial, "*Potential Devices*", indicadores de temperatura etc.;
- c) polaridades e indicação da locação de transformadores usados para medição ou releamento.

O dispositivo de comutação de tensão deverá ser identificado por números ou letras, de tal forma que ao número 1 ou a letra A, corresponda a comutação que proporciona a maior relação de transformação.

5.9.5 Sistema de Ventilação Forçada (VF)

A instalação de um sistema de ventilação forçada (VF) deverá aumentar consideravelmente a capacidade de fornecimento de potência do transformador a seco. Este sistema é especialmente vantajoso para equipamentos onde o ciclo de carga é variável. A capacidade mínima deverá ser



acrescida até 50% em transformadores abertos e até 40% quando equipados com cubículos, dependendo da potência.

Ventiladores axiais deverão ser montados em ambos os lados da base do transformador ou exaustores deverão ser posicionados no teto do cubículo de proteção, quando aplicável. O acionamento dos motoventiladores ou exaustores deverá ser bastante simples, a ser comandado digitalmente pelo monitor de temperatura que deverá, ainda, sinalizar ao controle dos motores também digitalmente. A alimentação deverá ser em 220V_{ca}.

Para a manutenção do nível de ruído baixo, de forma que não ultrapasse o nível de ruído normalizado, mesmo com a VF ligada, deverão ser fornecidos motoventiladores especiais.

O transformador deverá ser fornecido com previsão para ventilação forçada, somente quando especificado no documento da localidade em questão.

5.9.6 Cubículo de Proteção

O transformador deverá ser normalmente fornecido sem caixa de proteção: grau de proteção IP00.

O transformador deverá ser normalmente fornecido sem caixa de proteção: grau de proteção IP00, nos casos de uso interno - instalação abrigada. Para os casos de uso ao tempo (aplicado em Subestação Remota), o transformador deverá ser fornecido com grau de proteção mínimo IP-44 e ser previstas caixas terminais na baixa e na media tensão que permitam o acoplamento aos painéis/cubículos da Subestação Remota.

Quando o contato de pessoal não treinado e/ou a presença de água seja(m) objeto(s) de preocupação, será especificado cubículo de proteção para o equipamento.

Quando existir a possibilidade da presença de pequenos animais nas instalações e os possíveis danos causados também será especificado cubículo de proteção para o equipamento.

O grau de proteção do cubículo será sempre definido de acordo com a norma IEC 60529.

5.10 TOLERÂNCIA

Serão admissíveis para os valores nominais do transformador as tolerâncias permitidas pela norma NBR 10295.

6 REQUISITOS ELÉTRICOS

6.1 CARACTERÍSTICAS DOS SERVIÇOS AUXILIARES

a) 125V_{cc} (+10%, -20%), para: supervisão, operação, controle e proteção (quando aplicável).

6.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO EQUIPAMENTO

Para o projeto do transformador deverão ser consideradas as seguintes características elétricas além daquelas especificadas na ET da localidade em questão:

flh.

REQUISITO	UNIDADE	ESPECIFICADO
Número de fases	-	3
Tensão nominal	V _{ef}	[3]
frequência nominal	Hz	60
Classe de isolamento primária	kV	[3]
Classe de isolamento secundária	kV	1,2
Degraus de regulação (comutador sem tensão), referida a tensão nominal	%	+2x2,5 / -2x2,5
Ligação dos enrolamentos e deslocamento angular	-	Dyn1
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	kV _{cr}	[3]
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante um minuto	kV _e	[3]
Tensão de radiointerferência máxima	μV	250
Tensão induzida	kV _e	[3]
Perdas a vazio	W	[4]
Perdas totais a 115°C	W	[4]
Corrente a vazio	%	[4]
Impedância de curto-circuito por fase referida à potência máxima e tensões nominais, entre os enrolamentos a 75°C	%	[4]
Nível de ruído máximo	dB	Conforme NBR 7277
Limites de temperatura e elevação de temperatura	°C	Conforme NBR 10295

[3] Características técnicas definidas na ET da localidade em questão.

[4] Conforme Fabricante.

7 REQUISITOS OPERACIONAIS

O equipamento deverá ser adequado e preparado para informar e receber todos os comandos da lógica de automação externa implementada no SIGE; para isto deverão ser disponibilizados contatos auxiliares com fiação independente até bornes, pontos de entrada e saídas digitais e analógicas relacionados a seguir:

7.1 SINAIS DIGITAIS

Deverão ser fornecidos contatos auxiliares mecânicos (sinais digitais) de posição 1NAF dos dispositivos de proteção. Esses contatos auxiliares deverão ser levados a réguas terminais para fins de aquisição de dados pelo sistema digital.

Todos os contatos auxiliares relacionados acima deverão ter **fiação independente** até bornes.



Os contatos auxiliares deverão possuir capacidade de condução contínua de 5A, capacidade interrupção dos contatos de 0,5A, com $L/R \leq 40\text{ms}$, carga indutiva, tensão $125V_{cc}$ (+10, -20%).

8 INSPEÇÕES E ENSAIOS

8.1 ENSAIOS SOBRE MATERIAIS E COMPONENTES

Deverão ser fornecidos, SEMPRE QUE SOLICITADOS, os resultados dos ensaios realizados sobre os materiais e componentes empregados na fabricação do equipamento, de modo a comprovar a qualidade destes produtos.

Os ensaios deverão ser executados obedecendo às prescrições das normas ABNT e ASTM aplicáveis.

8.2 TESTES E ENSAIOS DE TIPO

Além do estabelecido no item 11.2 do Documento nº 000.00.E01.EP.001, deverão ser fornecidos os resultados dos ensaios adiante, conforme Normas NBR 7277, NBR 10295, CENELEC EN 60726 e IEC 60076-11:

- a) Elevação de temperatura;
- b) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- c) Nível de ruído;
- d) Tensão induzida com medição de descargas parciais;
- e) Ensaio de curto-circuito;
- f) Medição da impedância de sequência zero;
- g) Medição dos harmônicos na corrente de excitação.

8.3 TESTES E ENSAIOS DE ROTINA

Além do estabelecido no item 11.3 do Documento nº 000.00.E01.EP.001 e no item 7.2 do Documento nº 000.00.E01.EP.003, deverão ser realizados, no mínimo, os ensaios de “rotina” adiante, conforme normas NBR e IEC aplicáveis:

8.3.1 De Fábrica (FAT)

- a) Verificações visual e dimensional;
- b) Resistência elétrica dos enrolamentos;
- c) Relação de tensões;
- d) Polaridade;
- e) Deslocamento angular;
- f) Sequência de fases;



- g) Perdas em vazio;
- h) Perdas em carga;
- i) Corrente de excitação;
- j) Ensaio da impedância de curto-circuito;
- k) Ensaio dielétrico de tensão aplicada à frequência industrial durante um minuto;
- l) Ensaio de tensão induzida;
- m) Resistência de isolamento;
- n) Tensão induzida com medição de descargas parciais;
- o) Verificação da fiação (teste ponto a ponto);
- p) Potência absorvida pelos ventiladores (quando aplicável);
- q) Ensaio nos circuitos auxiliar e de controle (acessórios)
 - verificação dos ajustes;
 - verificação das sinalizações;
 - verificação das medições;
 - verificação das comunicações;
 - verificação das proteções.

8.3.2 De Campo (SAT)

- a) Verificação visual;
- b) Ensaio nos circuitos auxiliar e de controle (acessórios)
 - verificação dos ajustes;
 - verificação das sinalizações;
 - verificação das medições;
 - verificação das comunicações;
 - verificação das proteções.
- c) Testes com carga.

flh.