	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de
		Transformador de Potencia

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	01
2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO	01
3. CONCEITOS BÁSICOS	02
3.1. Definição de Termos	02
3.2. Nomenclatura	02
4. CONDIÇÕES NORMATIVAS	02
4.1. Lista das Principais Normas e Legislações	02
4.2. Sistema de Unidades	03
5. DESCRIÇÃO	03
5.1. Empresa Proponente	03
5.2. Local da Realização dos Serviços	04
5.3. Escopo dos Serviços	04
5.4. Características dos Transformadores	04
5.5. Prazo Estimado	04
5.6. Visita Técnica as Instalações e Equipamentos	05
5.7. Garantias	05
5.8. Responsabilidades	06
5.9. Análise Físico-Químico e Cromatográfica	09
5.10. Descrição do Processo de Passivação	10
5.11. Proposta Técnica	13
6. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	14
7. MEIO AMBIENTE	15
8. CÓDIGO SAP	16
9. REGISTROS DE REVISÃO	16
10. LISTA DE ANEXOS	16
ANEXOS	17


1. OBJETIVO

Estabelecer as condições mínimas exigíveis para a contratação de serviços de passivação de Óleo Mineral Isolante Transformadores de Potência e substituição do óleo mineral isolante do tanque do comutador sob cargas destes transformadores, localizados nas Subestações do Sistema Elétrico das Empresas Distribuidoras do Grupo CPFL (CPFL Paulista, CPFL Piratininga, CPFL Santa Cruz, RGE Rio Grande Energia), aqui denominadas CPFL.

2. AMBITO DE APLICAÇÃO

Área de Suprimentos, Órgãos de Engenharia, Planejamento, Gestão de Ativos, Serviços de Transmissão Operação e Fornecedores das Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	28/09/2018	1 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

3. CONCEITOS BÁSICOS

3.1. Definição de Termos:

Processo de Passivação

Trata-se de aditivação controlada através de um aditivo químico no óleo mineral isolante proveniente de derivado de Tolutriazol (TTA) que tem a função de interromper a ação do enxofre corrosivo sobre o cobre do transformador de potência. A título ilustrativo, encontra-se no Anexo I do presente documento os principais fatos históricos sobre o processo de contaminação do óleo mineral isolante de transformadores por enxofre corrosivo a nível mundial.

3.2. Nomenclatura:

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
 CPFL - Empresas Distribuidoras do Grupo CPFL Energia
 COS - Centro de Operação do Sistema;
 GA - Gestão de Ativos;
 ST - Serviços de Transmissão
 SE - Subestação de Energia
 Transformadores - Transformadores de potência, Autotransformadores ou Reatores.

4. CONDIÇÕES NORMATIVAS


4.1. Lista das Principais Normas e Legislações

Os serviços devem levar em consideração as Normas e Legislações vigentes listadas a seguir, exceto quando estabelecido de outra forma nesta Especificação. Caso ocorram itens conflitantes nas Normas e Legislações mencionadas, prevalecerá aquele que assegurar qualidade superior, ou outro, mediante decisão da CPFL.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
 NBR 14483 – Determinação de Cor.
 NBR 7148 – Determinação de Densidade.
 NBR 6234 – Determinação de Tensão Interfacial.
 NBR 10710 - Determinação do Teor de Água.
 NBR 14248 - Determinação do Número de Acidez e de Basicidade.
 NBRIEC 60156 - Determinação da Rigidez Dielétrica.
 NBR 12133 - Determinação do Fator de Perdas Dielétricas.
 NBR 8371/05 – Determinação de PCB.
 NBR 7070 - Amostragem e análise de Gases no Óleo Mineral Isolante.
 NBR 7274 - Interpretação da Análise dos Gases.
 NBR 10505 – Enxofre corrosivo em óleo mineral isolante.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17506	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	2 de 29

	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Subestação
	Título do Documento: Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

IEC 60666 – Teor de Passivador.
Legislação e Normas

Normas Regulamentadoras aprovadas pela Portaria 3214 de 08 de junho de 1978
 Normas Regulamentadoras 6, 7, 9 e 10.
 Lei Federal nº 6.938/81 – Lei da Política Nacional de Meio Ambiente.

Para os itens não abrangidos por estas Normas, Legislações e por esta Especificação, a Empresa Contratada poderá adotar outras Normas, desde que devidamente justificadas e mostrando com clareza as diferenças existentes, anexando cópia em língua portuguesa, ou inglesa, das respectivas Normas utilizadas, ficando a critério da CPFL sua aceitação.

4.2. Sistema de Unidades

Todos os documentos e desenhos devem fazer uso do Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Decimal). Se outro sistema de unidades for usado, a conversão para o Sistema Internacional deve ser indicada ao lado.

5. DESCRIÇÃO

5.1. Empresa Proponente


A Empresa Proponente deve possuir laboratório próprio que disponha de equipamentos e dispositivos capazes de executar os ensaios especificados com as melhores técnicas, com ambiente interior controlado (umidade e temperatura). Além disso, a Empresa Proponente deve possuir certificados de aferição dos instrumentos de medição utilizados, emitido por órgão credenciado, aferição esta realizada no máximo 12 (doze) meses antes da data do ensaio.

A Empresa Proponente deve possuir em seu quadro de pessoal próprio comprovadamente pelo menos um Químico de Nível Superior ou Engenheiro Químico (CRQ – Conselho Regional de Química) responsável pela análise e diagnóstico com experiência mínima de 5 (cinco) anos na área de transformadores de potência e/ou concessionárias de energia elétrica.

No caso de eventos no campo, esta atividade deve ser feita por profissional com no mínimo 5 (cinco) anos de experiência, sendo indispensável o uso de material absorvente (manta oleofílica) durante os serviços e amostragens, evitando derramamentos de óleo no piso e britas.

A Empresa Proponente deve ter disponibilidade de atendimento 24 horas com fornecimento de resultados de análises em até 2 (duas) horas após o recebimento das amostras e/ou atendimento emergencial no campo durante o processo aplicado no transformador.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Caio Vinícius S. Malagoli	26/09/2018	3 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

A Empresa Proponente deve ter condições de realizar estudos, diagnósticos e relatórios após os serviços a partir de ensaios no óleo isolante do transformador, como a evolução de gases combustíveis e qualidade do óleo isolante, também uma proposta clara e objetiva das prioridades de ações corretivas, preventivas ou preditivas eventualmente necessárias.

5.2. Local da Realização dos Serviços

As prescrições deste documento abrangem trabalhos na área de concessão da CPFL. Os Serviços devem ser realizados nos horários estipulados pela CPFL conforme cronograma aprovado pelo COS para manutenção nos transformadores envolvidos.

5.3. Escopo de Serviços

Universo de transformadores:

A quantidade de transformadores envolvidos nos serviços apontados nesta especificação será de acordo com a Requisição, Licitação e Contrato.

Processo de passivação do óleo mineral isolante do tanque principal:

Os transformadores estarão energizados e em plena carga durante a execução deste serviço.

Substituição do óleo mineral isolante do tanque do comutador sob carga por óleo novo:

Caso seja contemplada esta atividade na Requisição, Licitação e Contrato, deve ser realizada com o transformador isolado (fora de operação, desenergizado). A quantidade de óleo mineral isolante novo deve ser incluída nos custos do processo.

5.4. Características dos Transformadores

Abaixo são apresentados os dados típicos de transformadores, sendo que as informações reais devem ser confirmadas para cada transformador de potência e sua correspondente subestação.

Nome e Endereço Completo da Subestação

Potencia: 10MVA até 100MVA

Tensão Primária: 34,5kV até 230kV

Tensão Secundária: 11,4kV até 23 kV.

Volume tanque de óleo: 5mil a 50mil litros

Fabricante, Número de Série e Ano de Fabricação


Resultado de ensaio de enxofre corrosivo

Resultado de ensaio de nível de DBDS

5.5. Prazo Previsto

O prazo de execução de serviços de passivação será contado a partir da efetivação do Contrato de Fornecimento de Serviços e deve ser acompanhado do respectivo

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	28/09/2018	4 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

cronograma de eventos. Espera-se que o prazo completo para execução de serviço especificado em cada transformador seja composto das seguintes partes básicas:

- i) Planejamento: 5 (cinco) dias (CPFL e Empresa Contratada);
- ii) Mobilização e ensaios antes do processo: 5 (cinco) dias (equipe, ferramental, instrumentação, equipamentos, facilidades, ensaios, relatórios, etc.);
- iii) Processo de passivação: 5 (cinco) dias;
- iv) Ensaios após processo e desmobilização: 5 (cinco) dias (equipe, ferramental, instrumentação, equipamentos, facilidades, ensaios, relatórios, etc.);
- v) Prazo total estimado para cada transformador: 20 (trinta) dias úteis (*) (**).

Notas:

* Caso os serviços dependam de autorização do NOS, a ser obtida pela CPFL (válido para equipamentos pertencentes a rede básica), estes prazos devem ser ajustados adequadamente levando em consideração esta necessidade.

** Caso os serviços de substituição do óleo mineral isolante do tanque do comutador sob carga do transformador sejam incluídos no escopo, estes prazos devem ser ajustados adequadamente levando em consideração esta necessidade complementar.

5.6. Visita Técnica as Instalações e Equipamentos

Visando facilitar o perfeito entendimento do Pedido de Contratação, deve fazer parte do processo uma visita técnica as instalações e equipamentos designados, onde serão realizados os serviços descritos na presente especificação técnica. O Comprovante de Visita Técnica consta do Anexo II ao presente documento e deve ser devidamente preenchido, assinado e encaminhado junto a proposta técnica por representante da Empresa Proponente.


A CPFL deve indicar um profissional responsável do ST pelo acompanhamento (com todos os dados e informações para contatos), munido de desenhos ou fotos esclarecedoras de características específicas de cada local (endereço, nível de tensão, etc.) e a relação das demais subestações onde serão executados os serviços com as características principais (dimensionais, facilidades disponíveis, etc.).

5.7 Garantia

Independente da aplicação de processo de passivação que deve resultar em 100ppm de agente passivador, após o equilíbrio do óleo mineral isolante do tanque, usando o Método NBR 10505 (lâmina de cobre), estes serviços devem ser cobertos por garantia descrita abaixo.

A Empresa Contratada deve tomar as medidas necessárias para contenção de possíveis vazamentos durante a execução dos trabalhos. Caso haja vazamento de óleo durante o processo e consequente contaminação da área, conforme Lei Federal nº 6.938/81, o poluidor (Empresa Contratada) é obrigado independentemente de

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17508	Manual	1.0	Caio Vinícius S. Malagoli	28/09/2018	5 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade.

O serviço executado, deve ser coberto por uma garantia contra quaisquer defeitos decorrentes dos serviços prescritos no presente documento pelo prazo mínimo de 24 (vinte e quatro) meses após a finalização da execução dos serviços e/ou entrada em operação.

Considerando que, o agente passivador em alguns casos pode migrar para o isolamento celulósico e sua concentração diminuir podendo não ser suficiente para proteger o cobre quando submetido a temperatura de até 120°C. Por questões de segurança durante o período de garantia o valor mínimo de teor de passivador deve ser de 50mg/kg.

Da mesma maneira, a qualquer momento durante o período de garantia, o Fornecedor de Serviços deve substituir ou reparar, atendendo no menor prazo possível a solicitação da CPFL, qualquer defeito, falha ou falta oriundas da aplicação da execução de serviços.

Se durante o período de garantia ocorrer algum defeito ou falha no transformador, novas ações determinadas pela CPFL devem ser aplicadas na unidade após os devidos reparos pelo Fornecedor de Serviços, se ela assim julgar necessário, sem quaisquer ônus adicionais.

Se após ser notificado o Fornecedor de Serviços se recusar a efetuar os reparos ou substituições solicitadas, a CPFL reserva-se o direito de executá-los e cobrar seus custos do Fornecedor, sem que isto afete a garantia do equipamento.

No caso de haver reparo ou substituição de peças, partes ou mesmo de todo o transformador, a garantia deve, conforme o caso, ser renovada e entrar em vigor a partir da data de reentrada em operação.


Após o término do prazo de garantia o Fornecedor de Serviços deve responder pelos serviços executados, sem quaisquer ônus à CPFL, em caso de falha ou defeito que se constate ser decorrente da aplicação do processo.

5.8. Responsabilidades

5.8.1. Responsabilidades Mínimas a Cargo da CPFL:

- Fornecer o histórico das análises físico-químicas e cromatográficas dos transformadores envolvidos nos serviços a serem executados.
- Designar um técnico do ST para acompanhar a execução dos serviços (elemento de ligação entre a CPFL e a Contratada)-
- Fornecer as informações necessárias à execução das atividades, objeto desta especificação técnica, bem como a programação de serviços e eventuais alterações de cronograma que afetem a atividade da Empresa Contratada.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	28/09/2018	6 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia


- Orientar os empregados da Contratada a respeito de Normas e Instruções a serem cumpridas.
- Levar a termo o processo de integração com a equipe de campo, informando as normas e procedimentos para prestação de serviço em conformidade com as normas de segurança.
- Auxiliar equipe da Empresa Contratada no processo de elaboração de Análise de Riscos antes do início das atividades.
- Liberar o acesso às instalações onde serão realizadas as atividades conforme cronograma definido entre ambas as partes.
- Indicar e disponibilizar locais para armazenamento temporário de materiais, peças, ferramentas e instrumentos, quando houver necessidade;
- Fornecer a alimentação elétrica necessária para a execução dos serviços (220Vca), e quando necessário, escadas e andaimes.
- Obter autorização do COS (e/ou ONS) e providenciar o desligamento / religamento do transformador, suas proteções (após avaliação conjunta: Empresa Contratada e a CPFL).

Em casos emergenciais, a CPFL ou exigências para autorizações (no caso de equipamento da rede básica), á seu exclusivo critério, poderá modificar a ordem de priorização dos processos a serem contratados, após avaliação conjunta da situação do local da instalação ou contingência em andamento.

5.8.2. Responsabilidade Mínimas a Cargo da Empresa Contratada:

- Executar todas as atividades constantes da presente especificação técnica e propostas técnica e comercial e esclarecimentos tramitados, respeitando os procedimentos de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente.
- Fornecer mão de obra qualificada, em quantidade adequada e seu transporte – estadia – diárias – refeições – EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) – EPC's (Equipamentos de Proteção Coletiva) – materiais de escritório e segurança, para o desenvolvimento e execução dos serviços no prazo e com a qualidade exigidas.
- Fornecer todos os materiais, ferramentas, equipamentos e transportes necessário para a execução dos serviços.
- Colaborar com os representantes da CPFL, em qualquer fase da execução dos serviços, facilitando a atividade de acompanhamento (inspeção e verificação);
- Exigir que seus funcionários apresentem se para a realização dos serviços devidamente uniformizados portando crachá funcional e todos EPI'S requeridos;
- Observar a programação dos serviços da CPFL e suas eventuais alterações;
- Cumprir e fazer cumprir por seus empregados todas as Normas e Instruções apresentadas pela CPFL;
- Realizar amostragens, ensaios e elaborar relatórios das análises no óleo isolante antes durante e após o processo (papel timbrado, assinatura químico responsável).
- Elaborar relatório de progresso (passo a passo) dos serviços executados (papel timbrado da empresa, assinatura do químico responsável).

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	28/09/2018	7 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

- A liberação para eventual (re) energização deve ser de responsabilidade da Empresa Contratada nos termos da presente especificação.
- Refazer às suas expensas e no prazo que for acordado, todos os serviços em que se constatem defeitos, erros, falhas, imperfeições técnicas ou quaisquer irregularidades, conforme estipulado no item garantia.

5.8.3. Sub - Contratação

A Empresa Proponente, deve possuir estrutura (física, profissionais, equipamentos, instrumentação, ferramental) adequada para quantidade e qualidade dos serviços descritos na presente especificação. A execução de serviços e ensaios de comprovação de sua eficácia devem ser executados pela Empresa Contratada não sendo aceita a subcontratação, total ou parcial, em hipótese alguma.

5.8.4 Reuniões Técnicas de Planejamento

Após a adjudicação, a Empresa Contratada deve prever reuniões técnicas junto CPFL a respeito do processo a ser utilizado para os serviços, discriminando e detalhando o cronograma de serviços a serem executados para cada caso.

Estas reuniões técnicas devem ser organizadas pela Empresa Contratada por um ou mais profissionais qualificados da mesma, durante a execução dos serviços, em local e data a serem definidos de comum acordo com a CPFL. Esta etapa fará parte do planejamento dos trabalhos, abrangendo, dentre outras, questões voltadas a procedimentos técnicos, segurança do trabalho e segurança ambiental.

Nenhum serviço poderá ser executado antes da realização de uma reunião de integração (abordando aspectos de segurança em trabalhos em subestações), na Sede da CPFL em Campinas / SP ou na própria subestação em questão (com duração estimada: 04 horas), com a participação dos profissionais da Empresa Contratada, designados e/ou aptos para execução dos serviços previstos na presente especificação.


5.8.5. Laudo das Máquinas e Equipamentos:

Antes do início dos serviços a Empresa Contratada deve fornecer o Laudo de Descontaminação de PCB (Ensaio conforme Método B) das Máquinas, Equipamentos e respectivos acessórios que serão utilizados na execução dos serviços.

5.8.6. Segurança

A Empresa Contratada é responsável em fornecer aos seus funcionários todos os EPI's e EPC's necessários para a execução dos serviços. (Esses equipamentos serão estabelecidos após avaliação conjunta da Empresa Contratada e técnicos do CPFL).

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	28/09/2018	8 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

A Empresa Contratada deve apresentar ao GA/ST da CPFL cópias dos certificados dos cursos básicos e complementares exigidos pela NR-10, cópia do ASO (Atestado de Saúde Ocupacional) e as fichas de entrega de EPI's de todos os seus funcionários envolvidos nas tarefas.

De acordo com o item 10.7.3 da Norma Regulamentadora nº 10, não será permitido serviços na área de risco da subestação realizados individualmente. Para trabalhos na área de subestação, só serão permitidos funcionários autorizados, de acordo com o item 10.8.4 da NR-10.

5.9. Análises Físico-Químicas e Cromatográficas

5.9.1. Físico-Químicas:

Devem ser executados no mínimo os ensaios contidos na Tabela 1, de acordo com a normalização e conter no relatório valores de referência e interpretação dos resultados:

Tabela 1 Ensaios Físico Químicos: Ensaios e Normas Referenciais


Ensaios	Normas
Aspecto Visual	Visual
Cor	NBR 14483
Densidade a 20/4°C	NBR 7148
Índice de neutralização	NBR 14248
Tensão Interfacial a 25° C	NBR 6234
Teor de Água	NBR 10710
Rigidez dielétrica	NBRIEC 60156
Fator de Dissipação a 90° C	NBR 12133
Determinação de PCB	NBR 8371/05
Enxofre corrosivo (teor de DBDS)	NBR 10505
Teor de Passivador	IEC 60686

5.9.2. Análises Cromatográficas:

Devem ser executados no mínimo os ensaios contidos na Tabela 2, de acordo com a normalização e conter no relatório valores de referência e interpretação dos resultados:

Tabela 2 Análise Cromatográfica: Gases Principais e Normas Referenciais

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	9 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

Ensaio	Normas
H2 – Hidrogênio	NBR 7070 NBR 7274
O2 – Oxigênio	
N2 – Nitrogênio	
CH4 – Metano	
CO – Monóxido de Carbono	
CO2 – Dióxido de Carbono	
C2H4 – Etileno	
C2H6 – Etano	
C2H2 – Acetileno	
Total de Combustíveis	
Total Geral	

5.9.3. Antes da Passivação:

A Empresa Contratada para os serviços deve retirar as amostras necessárias, do tanque principal e do tanque do comutador sob carga, antes do início dos serviços e executar as análises físico-químicas e cromatográficas descrita acima.

5.9.4. Após a Passivação:

A Empresa Contratada para os serviços deve retirar as amostras necessárias, do tanque principal e do tanque do comutador sob carga, logo após o término dos serviços e executar as análises físico-químicas e cromatográficas descrita acima.

5.10. Descrição do Processo de Passivação


5.10.1 Prescrições Básicas

Os serviços devem ser realizados com o transformador em operação, não sendo necessário o desligamento para atividades de conexão e desconexão das máquinas. Para tanto deve existir condição segura de distância entre o barramento e o conservador de óleo isolante.

O procedimento técnico deve prever a aditivação controlada com circulação de todo volume de óleo isolante do transformador, visando homogeneização e o atingimento de uma quantidade mínima de 100ppm de TTA.

O tempo previsto dos serviços em cada transformador deve levar em consideração no mínimo 4 (quatro) passagens de circulação total de óleo isolante, podendo ser antecipado conforme as condições técnicas do sistema de aditivação adotado. O tempo de execução real do processo de passivação deve ser calibrado para que se atinjam as condições mínimas estipuladas na Tabela 3.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	10 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Óleo Isolante de Transformador de Potência

Deve ser feito através de maquinários, equipamentos, procedimentos e critérios adequados a necessidade de cada um dos transformadores envolvidos no processo.

Tabela 3 Condição Mínima: Óleo Isolante do Transformador
(Teor de Passivador)

ENSAIO	VALOR	NORMA
Teor de Passivador	100 (mg/Kg)	IEC 60686

5.10.2 Descrição do Processo

O processo deve ser baseado na adição do aditivo químico, denominado TTA – Tolutrizol, de forma controlada assegurando sua completa diluição no volume total do óleo isolante existente no transformador energizado.

A razão entre os volumes deve obedecer a seguinte proporção: 1 / 1000, ou seja: 1 litro de TTA Tolutrizol / 1000 litros de óleo isolante. Ao final do processo, a concentração de TTA - Tolutrizol no óleo isolante deve ser igual ou maior que 100ppm, ou seja, 100 mg de TTA / kg de óleo isolante.

A operação deve ser efetuada de forma segura, tendo-se como principal parâmetro o controle e a monitoração da vazão de circulação do óleo isolante, em função da razão do aditivo a ser injetado no sistema. O processo deve ser controlado por bomba eletrônica com faixa de calibração digital de alta precisão ou dispositivo similar.


O óleo deve ser removido do transformador por uma eletroválvula de proteção, ou similar, passando por filtros de material particulado, bombeado a uma vazão ajustada em litros / hora retornando ao transformador em ciclo fechado pela eletroválvula de proteção. A cada ciclo pré-determinado pela vazão da bomba, a bomba dosadora eletrônica deve injetar na corrente de fluxo do óleo um volume pré-ajustado de TTA – Tolutrizol acondicionado no reservatório.

Características do Processo:

Devido as suas características esperadas para o trabalho (ciclo fechado e baixa vazão), o processo não deve interferir no histórico cromatográfico do transformador, não deve remover outros aditivos e não deve possibilitar a formação de bolhas de vapor de água. Os parâmetros adotados para o processo devem ser no mínimo os seguintes:

- Vazão Típica do Processo: < 1000 litros/hora;
- Temperatura do Processo: Ambiente.
- Temperatura do Óleo Isolante: Valor encontrado no transformador em operação.
- Tensão de Alimentação: 220Vca bifásico ou trifásico e Corrente típica de 5 Amperes.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Caio Vinícius S. Malagoli	26/09/2018	11 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

Proteções Físicas Típicas do Processo:

O circuito do processo de passivação deve contemplar proteções contra vazamentos ou perdas de óleo do transformador desligando e bloqueando sua entrada e saída, garantindo maior proteção e segurança durante o processo.

O sistema deve dispor dos seguintes acessórios de supervisão e controle:

- Sensor de pressão;
- Sensor de temperatura;
- Sensor de fluxo de óleo;
- Mangueiras duplas em aço inox;
- Armadilha” para captura de bolhas;
- Eletroválvula de segurança e bloqueio contra vazamentos;
- Bomba dosadora eletrônica com calibração de vazão digital.

Características do Agente Passivador

As alternativas para o desenvolvimento do processo são basicamente a aplicação de aditivos a base de Tolutriazol, tais como: ToluilTriazol Amina ou Ciba - Irgamet 39 ou NyPass (denominação comercial). A ideia é utilizar o NyPass, por ser este o produto recomendado pelo fabricante do óleo mineral isolante de transformadores contaminados com enxofre corrosivo elevado, a empresa Nynas.


A Empresa Contratada deve fornecer os documentos necessários para comprovar a utilização do produto designado acima: a) formulação química exata e a concentração indicadas; b) critérios de monitoramento e reposição periódica; c) função em áreas atacadas pelo enxofre; d) não pode ser insolúvel no óleo isolante (evitando precipitação sobre os enrolamentos); e) não pode potencializar geração de hidrogênio no óleo isolante (evitando o aumento de concentração de compostos de enxofre corrosivo acelerando a corrosão de áreas já atacadas).

5.10.3. Substituição do Óleo Mineral Isolante do Comutador sob Carga

Quando indicado claramente na Requisição ou Licitação, partes integrantes do Pedido de Contratação, a substituição deve ser feita por óleo mineral isolante novo. O volume de óleo previsto para cada transformador deve ser indicado no escopo do processo e incluído no serviço a ser executado.

A Empresa Contratada deve apresentar os laudos das análises físico-químicas e cromatográficas do óleo mineral isolante novo a ser utilizado na substituição.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	12 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

O processo deve ser feito através de maquinários, equipamentos e procedimentos adequados a necessidade de cada um dos transformadores envolvidos, até que se atinja a condição descrita na Tabela 4.

Tabela 4 Condição Mínima – Substituição do Óleo Isolante do Comutador sob Carga (Teor de Dibenzil Dissulfeto DBDS)

ENSAIO	VALOR	NORMA
Teor de DBDS	< 10 (mg/Kg)	IEC 60686

5.10.4. Relatórios de Execução de Serviços

Os relatórios de execução dos serviços (ensaios e verificações) devem ser elaborados e enviados em número de 3 (três) vias em papel e um arquivo magnético, no prazo de 10 (dez) dias após a finalização do processo, contendo as informações necessárias a sua perfeita identificação e rastreabilidade dos disjuntores, serviços executados e ensaios e verificações realizadas, tais como:

- Identificação técnica do equipamento (nome, tipo, número série, etc.);
- Indicação da subestação (nome, localização, fotos, etc.);
- Número e data do Contrato de Prestação de Serviços;
- Descrição detalhada do serviço realizado;
- Esquemas, cálculos, croquis, resultados, curvas, fotos, gráficos, onde aplicável;
- Nome e assinatura do representante da CPFL, se este estiver presente;
- Nome e assinatura do representante da Empresa Contratada, bem como sua declaração atestando a exatidão dos dados e resultados encontrados e conclusão;
- Local e data da realização dos serviços.


A Empresa Contratada deve emitir e encaminhar relatório de execução de serviços com parecer técnico acompanhando a nota fiscal, contendo todas as informações descritas acima para a CPFL, a qual, caso esteja de acordo com as prescrições desta Especificação, será usado como um dos subsídios para o processo de pagamento dos serviços executados de cada caso.

5.11 Proposta Técnica

A Empresa Proponente deve apresentar duas propostas para Fornecimento de Serviços. A primeira trata de uma Proposta Comercial contemplando salários, encargos sociais, materiais de consumo, transporte, estadia, alimentação, todos os impostos e taxas. Os custos devem ser considerados integrais e suficientes para o escopo definido, sem previsão de aditivos. A segunda refere-se a Proposta Técnica com as características principais descritas a seguir.

5.11.1 Apresentação

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	19 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

A Proposta Técnica de Fornecimento de Serviços, bem como todos os documentos técnicos e anexos que dela fizerem parte, deve ser redigido em português. Deve estar claramente indicada a normalização e legislação que se aplica ao serviço a ser ofertado.

A Proposta Técnica deve, obrigatoriamente, conter as informações solicitadas na Folha de Dados constante do Anexo III, Especificação Técnica completamente preenchidas e assinadas pela Empresa Proponente responsável.

A Empresa Proponente deve anexar folhas separadas contendo quaisquer respostas que, pela sua extensão, não possam ser inseridas na Folha de Dados ou que incluam quaisquer outras informações de real interesse para a perfeita caracterização dos serviços.

Todo o ferramental, instrumentação, acessórios e componentes necessários ao pleno execução dos serviços devem ser fornecidos mesmo quando não explicitamente especificados. A Proposta Técnica deve conter também uma lista de material, ferramental e acessórios a serem utilizados, bem como os procedimentos e critérios a serem aplicados para execução dos serviços com confiabilidade e segurança.

Qualquer exceção a presente especificação deve ser claramente observada em documento separado, identificando os itens e apresentando as respectivas justificativas. As omissões serão interpretadas como aceitas as condições exigidas. A CPFL pode solicitar quaisquer outras informações que julgar necessárias para o perfeito entendimento das características técnicas dos serviços ofertados.

Após a confirmação do Contrato de Fornecimento de Serviços, não serão aceitas alterações declaradas, sem análise e aprovação prévia da CPFL.

Todo e qualquer erro de redação cometido pelo Proponente que possa afetar a interpretação da Proposta Técnica será de inteira responsabilidade do mesmo, que se sujeitará às penalidades que do erro advenham.


5.11.2 Dados e Informações Adicionais

A empresa proponente deve encaminhar junto a proposta técnica todos os certificados disponíveis de acordo com a Legislação e prazos vigentes (ISO 9001; etc.) ou similares.

A Empresa Proponente deve apresentar junto a proposta atestado de capacitação técnica emitida por empresa de grande porte do setor elétrico, comprovando a realização dos serviços aqui especificados e seus resultados.

A Empresa Proponente deve apresentar junto a proposta um cronograma geral dos serviços a serem executados. Após eventual adjudicação, qualquer alteração neste cronograma deve ser antecipadamente comunicada para a CPFL para análise e aprovação, acompanhada das razões e motivos que o justificarem.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinicius S Malagoli	28/09/2018	14 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

A Empresa Proponente deve apresentar junto a proposta um plano de controle de qualidade contendo os ensaios e verificações a serem realizados durante o processo (serviços), bem como os métodos de ensaios e normas técnicas utilizadas.

A Empresa Proponente deve apresentar junto a proposta um plano de segurança ambiental e de segurança do trabalho, plano de prevenção, contenção e resposta a derramamentos, plano de prevenção de acidentes e primeiros socorros, de forma prevenir ou remediar eficazmente quaisquer danos, cuja prevenção não puder ter sido razoavelmente vislumbrada pela Empresa Contratada.

A Empresa Proponente deve apresentar junto a proposta os atestados de certificação NR10 dos profissionais que devem trabalhar no interior de subestações energizadas.

6. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

A inspeção ou sua omissão, bem como a aceitação do serviço pela CPFL, não eximirão de modo algum o Fornecedor de sua responsabilidade em suprir os serviços em plena concordância com o Pedido de Contratação de Serviços e com esta Especificação, nem tão pouco invalidarão ou comprometerão qualquer reclamação posterior que a CPFL venha a fazer baseada na existência de materiais inadequados ou defeituosos.

A aceitação dar-se-á com a realização de, pelo menos, os eventos a seguir:

- Relatórios de execução de serviços com confiabilidade e dentro do prazo;
- Relatórios de ensaios para comprovação do sucesso dos serviços executados;
- Ausência de irregularidades nos trabalhos executados e na subestação;
- Ausência de pendências nos trabalhos executados e na subestação;


A rejeição dos serviços executados em virtude de falhas constatadas através de inspeção e ensaios, ou de sua discordância com o Pedido de Contratação de Serviços, ou com esta Especificação, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade quanto a data de entrega contratada dos serviços.

Se na opinião da CPFL a natureza da rejeição tornar impraticável o uso do transformador de forma confiável na data contratada, ou se tudo indicar que o Fornecedor de serviços seja incapaz de satisfazer aos requisitos exigidos, a CPFL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material em outra fonte. Neste caso, o Fornecedor de serviços será considerado infrator do Pedido de Contratação de Serviços e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

7. MEIO AMBIENTE

As atividades, projetos, serviços, orientações e procedimentos estabelecidos neste documento, devem atender aos princípios, políticas e diretrizes de Meio Ambiente da

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	15 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

CPFL, bem como atender aos requisitos de normas e procedimentos aplicáveis do Sistema de Gestão Ambiental. Complementarmente, os casos específicos relativos a este documento estão detalhados no corpo do texto do mesmo, incluindo-se as designações de órgãos externos responsáveis, quando aplicável.

Documentos complementares:

- GED02292 Aspectos ambientais
- GED02293 Controle operacional
- GED02294 Comunicação
- GED02295 Requisitos legais
- GED16722 Avaliação de riscos ambientais
- GED02299 Controle de não conformidades em meio ambiente
- GED02314 Utilização e armazenamento de agrotóxicos e afins
- GED02413 Inspeção e Limpeza da Caixa Gordura Restaurante da Sede (quando aplicável)
- GED02428 Gerenciamento controle e disposição de resíduos
- GED02430 Diretrizes para execução de Podas em vegetação urbana e rural
- GED03404 Inspeção e limpeza de fossa séptica
- GED05656 Diretrizes ambientais para empresas contratadas
- GED12671 Desmantelamento de áreas operacionais e avaliação de passivos ambientais
- GED12672 Emergências Ambientais
- GED12689 Avaliação ambiental de novos empreendimentos
- GED13020 Licenciamento ambiental

8. CÓDIGO DE SERVIÇO SAP

30-000-015-610 SERV TRATAMENTO OLEO ISOLANTE

9. REGISTROS DE REVISÃO

Este documento foi criado com a colaboração dos seguintes profissionais da CPFL.

Empresa	Colaborador
CPFL Paulista	João Carlos Carneiro
CPFL Piratininga	Vagner Vasconcellos


Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações Efetuadas
Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável

10. LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Síntese de informações históricas do processo de enxofre corrosivo

Anexo II – Comprovante de visita técnica


N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	26/09/2018	10 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

Anexo III – Proposta técnica: Informações Principais

/

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Caio Vinicius S Malagoli	26/09/2018	17 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

ANEXO I – SÍNTESE DE INFORMAÇÕES HISTÓRICAS

PROCESSO DE ENXOFRE CORROSIVO

1 - Objetivo

Apresentar uma síntese de informações e dados históricos considerados relevantes sobre falhas em equipamentos de subestações no Brasil e Exterior por uso de óleo mineral isolante contendo característica de elevado teor de enxofre (Origem: Óleo Mineral Isolante Nynas). Este processo vem sendo tratado também no âmbito dos vários Órgãos Reguladores (ONS, Aneel, etc. desde 2005), com o levantamento de dados e mapeamento da situação no Brasil entre as concessionárias de energia elétrica de distribuição, transmissão e geração. Vale ressaltar que pelo que pode entender do processo até o presente momento, as providencias e soluções devem ser dadas pelas próprias empresas de energia.

2 – Ocorrências em Equipamentos do Setor Elétrico Brasileiro

2.1 - Falhas em reatores e transformadores

Dos 800 Transformadores, Reatores, etc. no Brasil, foram relatadas ocorrências de falhas em 14 unidades entre 2003 a 2005 e um Transformador de 230kV todas de empresas transmissoras privadas e operação há apenas 2 a 3 anos. Um exemplo de falha em equipamento de extra alta tensão encontra-se Anexo ao presente documento.

2.2 - Evidências encontradas - Inspeção visual


Ataque do óleo isolante ao cobre, formando sulfeto de cobre que por sua vez deteriora a isolamento do papel resultando em redução de rigidez dielétrica, o que tem provocado curto circuito entre espiras em locais da bobina onde as temperaturas são maiores (parte superior). Não são detectáveis em testes e ensaios convencionais confiáveis (cromatografias e físico químicos), não existindo naquele momento testes que permitiam a avaliação da existência e extensão do dano em equipamentos a nível mundial, a não ser a abertura para inspeção visual interna do equipamento.

2.3 - Disseminação dos fatos

No início do mês de julho de 2005, houve uma Reunião na ABRADDEE onde foram amplamente discutidas as ocorrências em equipamentos providos de óleo mineral isolante fabricado pela Nynas (Suécia), com a apresentação de um relatório elaborado por representantes da CEMIG.

Outros casos foram relatados em discussões levadas a termo em outros Órgãos Normativos (IEC, CIGRE, etc.) e Entidades de Classe (ABRATEE, ABINEE, etc.), relativamente a problemas ocorridos entre 2004 e 2005 em 13 Reatores de 500kV (Interligação Norte Sul – 8xTSN; 2xFCE; 1xGERDAU; 2xTBE), 01abertura de Reator 500kV (TSN) antes da falha, 01 Transformador de 230kV (Usina) com 2 a 3 anos em operação da Nova Trans - Empresa Transmissora de Energia do Brasil.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	26/09/2018	18 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

Todos estes casos tiveram confirmação após abertura e investigação de causas de falhas, sendo observada a presença de sulfeto de cobre no papel (Laboratórios da Doble – EUA), fenômeno ocorrido quando ainda em operação.

2.4 - Prováveis causas

Segundo informações disseminadas em Congressos dedicados sobre o tema, ao que tudo indica a Nynas (Suécia) como especialista em óleo mineral isolante (produção e fornecimento médio de 3,5 milhões litros / ano para o Brasil) tem profundo conhecimento do produto. Na busca da máxima otimização do refino na obtenção de um óleo mineral isolante com as melhores características dielétricas, resposta a inibidor e estabilidade a oxidação, porém com características de absorção de gases próximas a valores limites, ainda que dentro das especificações e legislações brasileiras e internacionais.


Isto pode ter trazido consigo a fragilidade do óleo frente a temperaturas elevadas e selados (sem presença de oxigênio) atuando diretamente no cobre. Do outro lado os equipamentos devem ter sido projetados e fabricados com níveis elevados de otimização técnico econômica (ainda que dentro na normalização) tendo em vista disponibilização de ferramentas computacionais avançadas. A nível operativo, não é incomum atualmente maiores exigências dos equipamentos (ainda que dentro da normalização), visando à maior otimização e rentabilidade. Os equipamentos inicialmente falhados são de empresas transmissoras particulares da região nordeste do Brasil, posteriormente geradoras de energia na mesma região.

Resultados de estudos trouxeram evidências de que o óleo mineral isolante, utilizado (Nynas 10GBA) pelo fabricante do equipamento (Areva e ABB), reagia com o cobre, para determinadas condições (temperatura, tipo selado, etc.), produzindo sulfeto de cobre que atacava primeiramente o cobre, depois passava a deteriorar o papel isolante reduzindo seu dielétrico e produzindo curto circuito entre espiras (normalmente na parte superior da bobina de alta tensão coloração azulada).

Vale ressaltar que este tipo de óleo mineral isolante foi usado pelos fabricantes tradicionais (ABB, AREVA, SIEMENS, etc.) na maioria dos transformadores e reguladores de tensão a partir de 1997 no Brasil, sendo que atendia todas as exigências técnicas da legislação nacional CNP (atual ANP) e internacional ASTM 1275 original.

Estudos e pesquisas levadas a termo pela Eletronorte, Copel e Lactec obtiveram no segundo semestre de 2006 uma nova possibilidade de contaminante, utilizado no óleo Nynas, o DBDS (dibenzil dissulfeto) excelente antioxidante a base de enxofre sem o conhecimento dos países (clientes) de tal utilização. O objetivo seria tornar o óleo com melhores níveis de estabilidade a oxidação, tendo porém como resultado mascaramento ou potencialização do ataque ao cobre sob determinadas condições (temperatura elevada, falta de oxigênio, etc.). A respeito deste tema estudos, pesquisas e ações foram iniciadas pelos fabricantes de transformadores e

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	28/09/2018	19 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

concessionárias (Siemens, ABB, IEE, TBE, AES), no sentido de mapear este novo componente e definir um novo método de ensaio mais eficiente para detectar, qualificar e quantificar esta nova característica.

3 – Riscos de Falhas em Transformadores de Potencia

O risco de falha dos equipamentos que contém óleo mineral isolante com enxofre corrosivo elevado não pode ser calculado. Depende de cada caso: teor de sulfeto de cobre, vibração, temperatura de operação, contato com oxigênio exterior e outros fatores ainda desconhecidos (reação dos componentes internos do transformador, efeitos eletromagnéticos, etc.), o que depende de estudos e pesquisas permanentes em andamento nos laboratórios do mundo inteiro até os dias atuais.

A maior probabilidade de ocorrência de falhas encontra-se nas famílias que tem equipamentos selados (com pequena presença de oxigênio, com bolsa, com membrana, selado com nitrogênio) e operam com temperaturas elevadas (acima de 80°C). A menor probabilidade de ocorrência de falhas encontra-se nas famílias que tem equipamentos com sistema aberto (somente sílica gel, sem sílica gel) contendo cobre esmaltado e que operam com temperaturas baixas (abaixo de 80°C). Constatou se que o uso de cobre esmaltado, envernizado, estanhado ou similar também reduz o risco de falha é o caso de algumas famílias de transformadores de corrente e potencial.

4 – Consequências e Inconvenientes


Os inconvenientes desdobramentos de eventuais falhas em transformadores ou reguladores de tensão para o sistema elétrico são no mínimo os seguintes:

- Redução de confiabilidade e possibilidade de ocorrências de falhas em transformadores de potência, pois não existe possibilidade de acompanhar e quantificar os valores para atuar de forma otimizada;
- Custos não previstos (manutenção, operação, reparos, necessidade de desligamentos, etc.), redução de faturamento, possibilidade de penalizações relacionadas a indicadores de qualidade de energia, deterioração de imagem da empresa.

5. Revisão da Normalização Nacional e Internacional

Publicada em março de 2006 a normalização revisada NBR 10505 que implementou método estendido de avaliação de enxofre corrosivo aumentando para 48h e 150°C com borbulhamento de nitrogênio ou argônio durante 10 minutos, considerado o modelo acelerado com demais prescrições da normalização existentes originalmente em placa de cobre. Com este novo método os óleos isolantes AV-58, Elektra 77 e Repsol tem resultados satisfatórios e o óleo Nynas 10GBA não é aprovado. O mesmo método vem sendo também revisado pela ASTM 1275 estendido, correspondente.

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	28/09/2018	20 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

6 – Posição dos Órgãos Reguladores (ANEEL– O NS)

Um documento eletrônico (CD) do ONS (Operador Nacional do Sistema) contendo as discussões, reuniões, definições, levantamento de dados do sistema elétrico nacional afetado pelo uso de óleo mineral isolante com enxofre corrosivo elevado foi distribuído para as empresas de energia, contendo ações a serem executadas pelo Operador Nacional, visando nivelamento de informações, com atualização periódica (Carta 285/ONS/ 2005).

A Aneel através de ofício de março de 2006 solicitou dados de transformadores com evidencias de existência de óleo mineral isolante com enxofre corrosivo elevado. O levantamento de dados técnicos foi apresentado em uma lista contendo a denominação do equipamento, o agente proprietário, o tipo de óleo utilizado e informações sobre manutenções ou defeitos decorrentes do óleo.

A ANP no segundo semestre de 2006 tem instrumentos adicionais para atuar mais efetivamente junto a Nynas e fabricantes de transformadores uma vez que não atendia o Artigo 4 (ANP 25 de setembro / 2005) que pedia para o fornecedor de óleo (Nynas, por exemplo) informar se utiliza inibidor diferente de DBPC. A Eletronorte tem se utilizado desde a abertura e acionamento judicial junto a Siemens, ABB, etc.

Abaixo as prescrições da ANP indicadas acima:

“ Art. 4º - O não atendimento ao disposto nesta Resolução sujeita o infrator às penalidades previstas na Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999 com alterações pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005 e no Decreto nº 2.953, de 28 de janeiro de 1999.


Qualquer outro inibidor adicionado ao óleo, além do inibidor de oxidação DBPC, deve ser informado pelo vendedor ao comprador. “

7 – Considerações: Concessionárias – Órgãos de Pesquisa – Fabricantes

Pelos presentes fatos apontados e evidências levantadas, concluía-se que até que se tenham dados suficientes, inclusive uma metodologia de qualificação e quantificação do problema em cada equipamento, o setor elétrico nacional estaria convivendo com este fantasma. Para corroborar definiu para análise e definição do grupo, as ações descritas abaixo, cada uma delas contando com suas vantagens e desvantagens:

- Substituir todos os enrolamentos de cada transformador ou regulador seria o ideal, porém aparentemente inviável pelo custo, retirada de operação, etc. mesmo que com custos repartidos com o fabricante;
- Troca de óleo (Cemig e Eletronorte): dependendo do estágio de degradação, poderia provocar o deslocamento de partículas para demais partes do papel isolante, reduzindo a confiabilidade da unidade;

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	28/09/2018	21 de 29


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

- Tratamento de óleo: dependendo do estágio de degradação, poderia provocar maior deslocamento de partículas para demais partes do papel isolante, reduzindo ainda mais a confiabilidade da unidade. Esta ação remove o eventual passivador existente. O transporte do transformador deveria ser realizado sem óleo a menos que estivesse sendo enviado para reparos;
- Adicionar passivador no equipamento (Nynas e fabricantes de equipamentos) é o que defendia o fabricante de óleo Nynas (volume 100ppm) e informa existir pouco risco de deslocamento de partículas para demais partes do papel, para o processo de criação de sulfeto de cobre, não elimina o que foi produzido internamente. Existe necessidade de controle periódico, não existem procedimentos e segurança completa com relação a desdobramentos para o equipamento e seus componentes internos (elastômeros, tintas, papelão, papel, colas, vernizes, aço inoxidável, etc.). Por outro lado, algumas concessionárias consideravam como solução paliativa e necessitaria de logística para controlar com e sem passivador;
- Em 2007, um planejamento para mapeamento de DBDS (Cemig, Copel, Eletronorte, etc.) encontrado recentemente mesmo sem um método normalizado para realização de ensaios. Estudos para relacionamento entre os valores de redução de DBDS em relação a deposição de sulfeto de cobre vem sendo elaborados;
- Não fazer nada, dependendo de certas condições de temperatura (ciclo de carga), tipo de selagem da unidade e importância da subestação: espera-se que este fenômeno leve o transformador a falha com o tempo, considerando os fatos e conhecimento sobre o assunto até a presente data.

8 – Discussões Técnica das Soluções Alternativas Propostas

- Substituir todos os enrolamentos de cada transformador ou regulador aparentemente inviável pelo custo, retirada de operação, etc. mesmo que dividido com o fabricante. Em consultas preliminares não tem sido bem aceita pois o custo é praticamente o mesmo de um transformador novo;
- Substituir óleo mineral isolante de cada transformador ou regulador por óleo de outra origem não elimina o problema, pois segundo estudos e ensaios de simulação para apenas 8% de óleo Nynas 10GBA sem passivador a contaminação é possível;
- Substituir óleo mineral isolante de cada transformador ou regulador por óleo vegetal, idem acima. Estudos em andamento quanto a nível de acidez, 2fal, cromatografia, viscosidade, resfriamento, custo, etc. e normalização internacional a respeito. Encontra-se um P&D em andamento na CPFL para eventual uso de óleo vegetal não tendo vínculos com os fatos relatados neste documento na fase de coleta de dados e análise de resultados;

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	26/09/2018	22 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

- d) Inserir passivador que paralisa a formação de sulfeto de cobre, desativa íons de cobre no óleo e bloqueia reação na superfície de cobre (pode necessitar desligamento da unidade) e elimina a formação de novos compostos de sulfeto de enxofre, com eficiência baseada na ASTM 1275 estendida. Teoricamente não modifica ou reduz a corrosão existente (sulfeto de cobre);
- e) Considerando as variações de aplicação de transformadores e reatores na Geração, Transmissão e Distribuição, e, sendo a temperatura o agente desencadeador mais significativo (Geração: plena carga; Transmissão: plena carga; Distribuição: curva de carregamento típica), existe ainda a possibilidade de que as empresas distribuidoras de energia procurem trabalhar com medidas operativas evitando sobrecargas ou carregamentos elevados, o que é mais difícil para geradoras e transmissoras.

Nota relativa ao Item d) A alternativa de inserção de passivador parece razoável, tendo em vista as informações e evolução do processo no presente momento. Porém, para aceitar este processo, existe necessidade de obter garantias dos fornecedores em primeiro lugar sobre o uso deste tipo de óleo em transformadores de potência de sua fabricação (lista das unidades no grupo de risco) e posteriormente sobre o passivador:


- Deve ter sua formulação química exata e a concentração indicadas;
- Sejam esclarecidos os motivos da necessidade de seu monitoramento e reposição;
- Tenha claros os detalhes dos critérios padronizados de monitoramento;
- Consiga exercer sua função em áreas já atacadas pelo enxofre;
- Se sofrer degradação, não poderá ser insolúvel no óleo, pois vai precipitar-se sobre os enrolamentos;
- Não poderá potencializar geração de hidrogênio no óleo, pois pode provocar aumento da concentração de compostos de enxofre corrosivo acelerando a corrosão de áreas já atacadas.

Estudos levados a termo pela Eletronorte (Ministério das Minas e Energia), no segundo semestre de 2006 dão conta de que o passivador não seria estável, assim, algumas empresas que preliminarmente iniciaram a passivação estão neste momento substituindo óleo mineral isolante (caso da Cemig). Outros estudos vêm sendo elaborados, incluindo desenvolvimento de máquinas para desulfurização transformando óleo mineral isolante corrosivo em não corrosivo (Sea Marconi, MGM Mineraltec, por exemplo) dependente ainda de normatização e legislação a respeito.

Nota relativa ao Item b) Não se deve descartar a hipótese de substituição completa de óleo por óleo novo. Algumas empresas como o caso da Cemig e Light apesar de no primeiro momento terem passivado óleo Nynas, atualmente estão substituindo por óleo mineral isolante Petrobras AV 58IN, que supostamente estaria disponível no mercado.

Nota relativa ao Item e) Considerando os desafios relacionados ao passivador, esta alternativa associada com medidas operativas passam a ser as mais atraentes, tendo em vista as informações e evolução do processo no presente momento, até a

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S. Malagoli	28/09/2018	29 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

descoberta de solução definitiva. Neste caso, também existe a necessidade de medidas operacionais das unidades da família de risco (após mapeamento de DBDS completo e passivação), mantendo-as com níveis de carregamento sob controle.

De uma maneira geral, independente da solução a ser adotada, deve-se utilizar o novo procedimento para pelo menos do ensaio de enxofre corrosivo modificado (estendido), abandonando aquele ensaio de enxofre corrosivo consagrado criado em 1972 (ASTM 1275 original), passando a usar ASTM 1275 estendido e ABNT correspondente. Outra questão em estudos em andamento quanto ao destino das quantidades de óleo mineral isolante Nynas 10GBA.

9 – Conclusões e Recomendações

Em princípio a especificação técnica desta natureza deve ter como prescrições principais: teor de inibidor menor ou igual a 0,3%; isento de PCB; isento de TTA / BTA – DBDS; abertura para possibilidade de gassing positivo; nível de enxofre não corrosivo.

Apesar disto, talvez se tenha dificuldades em obter estas características devido as misturas naturais que se faz em óleo mineral isolante nas fabricas de equipamentos, sendo assim foram elencados valores toleráveis para estudos e análises: TTA < 100ppm; DBDS < 300ppm.

No caso de utilização do processo de passivação, cuidados devem ser tomados para o amplo conhecimento do produto adotado, conforme discussões técnicas descritas no presente documento.

10 – REFERÊNCIA

CPFL - RT RDEEM 2007 00024 Diagnóstico – Estado Atual do Processo Óleo Mineral Isolante Nynas (Transformadores de Potência e Reguladores de Tensão). Processo Completo. Outubro de 2007.


11 – ANEXOS

Anexo – Fotos Exemplificativas de Falha em Reator de 500kV.

Campinas, 19 de julho de 2018.
(Manuscrito de 15/10/2007)

/

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Calus Vinicius S Malagoli	28/09/2018	24 de 29

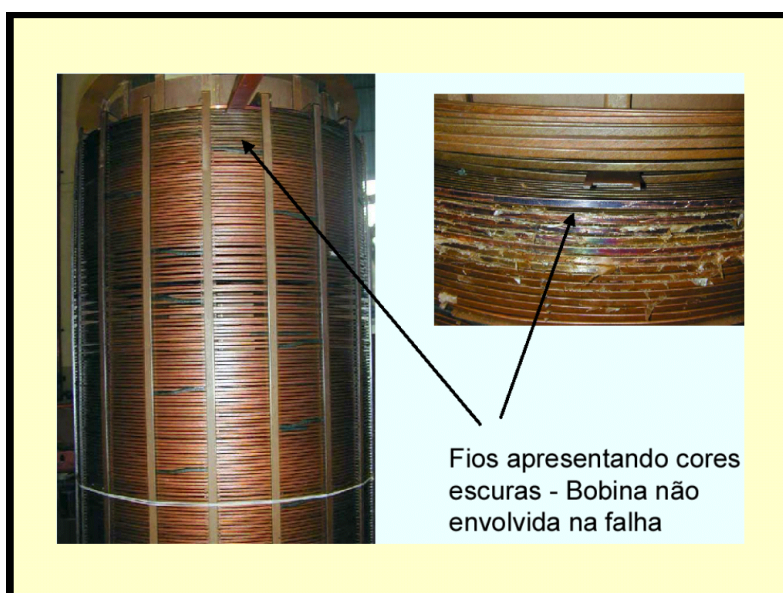
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

**ANEXO - FOTOS DE REATOR DE 500KV FALHADO
(CAUSA: ATAQUE AO COBRE OLEO ISOLANTE COM ENXOFRE CORROSIVO ELEVADO)**


BOBINA ENVOLVIDA NA FALHA



BOBINA NÃO ENVOLVIDA NA FALHA



N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	25 de 29

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

ANEXO II – COMPROVANTE DE VISITA TÉCNICA A SUBESTAÇÃO (PARA PREENCHIMENTO DAS EMPRESAS PROPONENTES)

TIMBRE DA EMPRESA PROPONENTE

COMPROVANTE DE VISITA TÉCNICA

Declaro que realizei visita técnica, visando conhecer as necessidades de serviços em Transformador de Potência da Subestação na cidade de Estado de e declaro estar ciente de seu estado e condições, me considerando apto para apresentar a correspondente proposta técnica e comercial, de acordo com as prescrições da Especificação Técnica Número GED Cotação (licitação) Número

Empresa: _____

Nome do representante legal: _____


Documento de Identidade: _____

Cargo na empresa: _____

Data da visita técnica ____ / ____ / ____

Assinatura do representante legal: _____

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17536	Manual	1.0	Calus Vinícius S Malagoli	26/09/2018	20 de 29


	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Subestação
	Título do Documento: Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

ANEXO III – PROPOSTA TÉCNICA: INFORMAÇÕES PRINCIPAIS

As características abaixo solicitadas devem ser informadas nesta Folha de Dados pela empresa proponente responsável, levando-se em conta o disposto no Item Proposta Técnica desta Especificação. As informações devem ser garantidas pela empresa proponente, sendo desta a responsabilidade por sua veracidade e aplicabilidade quando da execução dos serviços e materiais agregados serviços de passivação de óleo mineral isolante de transformadores de subestações. No caso de adjudicação da proposta e após a emissão do respectivo Contrato de Prestação de Serviços, em hipótese alguma serão admitidas modificações das características e informações aqui declaradas.


ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	PREENCHER OS DADOS
--	I	EMPRESA PROPONENTE	-----	-----
01		Nome da Empresa	-----	
ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DA CONTRATADA
--	II	PROPOSTA TÉCNICA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	-----	-----
01		A Empresa Proponente elaborou e encaminhou a Proposta Técnica e a Proposta Comercial para o escopo de serviços prescritos na especificação técnica.	SIM	
02		A Empresa Proponente possui estrutura adequada para fornecimento de serviços (ferramental, profissionais, etc.) em quantidade e qualidade prescritas na especificação técnica.	SIM	
03		A Empresa Proponente possui laboratório de análise de óleo isolante própria e certificados de aferição dos instrumentos de medição, conforme prescrições da especificação técnica.	SIM	
04		A Empresa Proponente possui em seu quadro de pessoal próprio pelo menos um químico de nível superior com experiência mínima de cinco anos com diagnósticos de transformadores, conforme a especificação técnica.	SIM	
05		A Empresa Proponente possui atendimento 24horas com fornecimento de resultados de análises e diagnósticos emergenciais em até 2horas após o recebimento da amostra, conforme especificação técnica.	SIM	
06		A Empresa Proponente possui profissional em seu quadro com no mínimo cinco anos de experiência em serviços e amostragens constantes da presente especificação técnica.	SIM	
07		A Empresa Proponente possui condições de realizar estudos, diagnósticos e produzir relatórios após serviços a partir de ensaios no óleo isolante do transformador, conforme prescrições da especificação técnica.	SIM	

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	26/09/2018	27 de 29

	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Subestação
	Título do Documento: Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia

ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DA CONTRATADA
09		A Proposta técnica contém certificados disponíveis conforme a Legislação (ISO 9001, etc.) ou similares.	SIM	
10		A Proposta técnica contém a Lista de Verificação constante do Anexo III completamente preenchida e com todas as folhas assinadas, conforme especificação técnica.	SIM	
11		A Proposta técnica contém atestados de capacitação e listas de serviços prestados a grandes empresas do setor elétrico, conforme especificação técnica.	SIM	
12		A Proposta técnica contém um cronograma geral típico de serviços similares aplicados para cada transformador de potência, conforme especificação técnica.	SIM	
13		A Proposta técnica contém o comprovante de visita técnica as instalações onde serão executados os serviços, conforme especificação técnica.	SIM	
14		A proposta técnica contém indicações do prazo estimado para as demandas definidas na especificação técnica, incluindo tempo para autorizações do ONS.	SIM	
15		A Proposta técnica contém o fluxograma do processo a ser aplicado em cada transformador de potência (maquinário, vazão de óleo, instrumentação, temperaturas, sensores, mangueiras, etc.), conforme especificação técnica.	SIM	
16		A Proposta Técnica contém os planos: segurança ambiental, segurança do trabalho, prevenção – contenção – resposta a derramamentos, acidentes - primeiros socorros e a certificação NR10 dos profissionais, conforme especificação técnica.	SIM	
17		A Proposta técnica contém as características do agente passivador (formulação, critérios de monitoramento e reposição, solúvel, sem geração de gases, etc.), prescritas na especificação técnica.	SIM	
18		A proposta contém documentos do CRQ do químico de nível superior ou engenheiro químico responsável.	SIM	
19		A Proposta Técnica atende das prescrições de Garantia estabelecida na especificação técnica (prazos e limites mínimos de teor de passivador)	SIM	
20		A Proposta Técnica atende as atividades principais (planejamento, mobilização, ensaios, desmobilização, ensaios, relatórios, etc.) prescritos na especificação técnica.	SIM	
21		A Proposta técnica atende a execução de serviços com segurança e confiabilidade conforme prescrições da especificação técnica.	SIM	
22		A Proposta técnica atende os eventos de integração de segurança interna ministrado por profissionais de		

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinicius S Malagoli	26/09/2018	29 de 29

	Tipo de Documento:
	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:
	Subestação
Título do Documento:	
Serviços de Passivação de Oleo Isolante de Transformador de Potencia	

		Serviços de Transmissão, conforme especificação técnica.	SIM	
ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DA CONTRATADA
23		A Proposta Técnica atende o fornecimento de relatórios de execução de serviços, ensaios físico químicos e cromatografia (antes e após a aplicação do processo) e os respectivos relatórios de ensaios, conforme especificação.	SIM	
24		A Proposta técnica atende as prescrições da especificação sobre subcontratação de serviços.	SIM	
25		A Proposta técnica atende o fornecimento de laudo de descontaminação das máquinas antes de serem utilizados no processo, conforme especificação técnica.	SIM	
26		A Proposta técnica atende as prescrições de normalização relacionadas ao meio ambiente descritos na especificação técnica.	SIM	
27		A Proposta Técnica atende, quando indicado na requisição de contratação (licitação, cotação), também a substituição de óleo isolante do tanque do comutador sob carga, neste caso com o transformador de potência desenergizado. O óleo mineral isolante novo deve estar incluído no fornecimento.	SIM	

/

N. Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17538	Manual	1.0	Caio Vinícius S Malagoli	28/09/2018	29 de 29