

**SOCIEDADE EDUCACIONAL LEONARDO DA VINCI  
FACULDADE METROPOLITANA DE RIO DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**JACIEL FOLMER**

**TRABALHO CONCLUSÃO DE CURSO II**

**MANUTENÇÃO PREVENTIVA E GESTÃO DA VIDA UTIL DOS  
TRANSFORMADORES.**

**Rio do Sul - SC**

**2020**

JACIEL FOLMER

**MANUTENÇÃO PREVENTIVA E GESTÃO DA VIDA UTIL DOS  
TRANSFORMADORES**

Artigo apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em engenharia  
Elétrica, pelo Curso de Engenharia elétrica da  
Sociedade Educacional Leonardo da Vinci –  
UNIASSELVI/FAMESUL

Orientador (a): Prof. (a). Wilson Massami Ishihara.

Rio do Sul SC

2020

# MANUTENÇÃO PREVENTIVA E GESTÃO DA VIDA UTIL DOS TRANSFORMADORES

**Jaciel Folmer**

Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – UNIASSELVI/FAMESUL  
Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica

**Resumo:** Os transformadores são os equipamentos mais importantes, de uma subestação de transformação de energia, deste modo, necessitam de uma atenção especial, da equipe de operação, quanto ao processo de manutenção de preservação de suas integridades físicas. Deste modo são desenvolvidos vários métodos dedicados para a manutenção destes equipamentos, através de análises físicas e químicas, que possibilitam um monitoramento, mais apropriado para estes. Neste trabalho evidenciou se a importância de um monitoramento preventivo, na qual possibilitou com antecedência a tomada de decisão, quanto a um acúmulo significativo de gases internos que estavam se desenvolvendo, e que foram detectados, e analisados através três análises semestrais, sendo que cada análise, foi realizada a análise, física e química. Por fim concluo que é de extrema importância, o acompanhamento destes equipamentos por equipes técnicas especializadas, com capacidade de conhecer e identificar o momento certo para a tomada das decisões.

**Palavras-chave:** TRANSFORMADORES. ANÁLISES DE DADOS.

## 1 INTRODUÇÃO

Sabemos que toda máquina ou equipamento necessita de manutenções, sendo ela corretiva, preventiva ou preditiva, e este modo influencia diretamente na vida útil do equipamento, sendo assim a vida útil de um transformador, também é variável, conforme os métodos de manutenções adotadas, por seus proprietários, pois, verifica-se na prática que podemos dividir estes equipamentos em duas fases ,conforme indica (Maria Augusta G Martins LABELEC 2007) sendo nos primeiros anos de serviço, (com os denominados “problemas de infância”) e no final do seu tempo de vida (devido aos “problemas de velhice”).

Embora sendo muito útil, o processo de manutenção preventiva a fim de antecipar futuras anomalias, e construção de um histórico de todo processo já realizado em qualquer tipo de equipamento, é extremamente fundamental, mas no caso dos transformadores não é

fácil prever de forma futura o que pode ocorrer, de modo a garantir uma total segurança do sistema elétrico, sem ter de recorrer à manutenções ou substituição inesperada, e nem sempre fácil de realizar, tendo em conta a inexistência de unidades de reserva, em muitos casos, e desta forma pode acarretar, perdas de geração e produções, de onde este sistema esta instalado.

Portanto é fundamental, definir e elaborar, uma programação para realizar os diagnósticos preventivos do estado dos transformadores, que ali estão instalados, podendo inclusive ter como base, o anexo de planos mínimo de manutenção disponível através de anexo no site da ANEEL, a fim de garantir uma maior e melhor vida útil destes equipamentos. Sendo que este pode ser construído a partir de dados que podem ser coletados, através de inspeções diárias, análises termográficas, e análise físico e química dos fluidos isolantes destes transformadores, inspeções periódicas previamente definidas, de todos os seus componentes que correspondem a uma subestação de transformação de energia elétrica.

Uma vez realizado o diagnóstico da situação em que se encontra este transformador, a definição do modelo de operação manutenção (preditiva, preventiva ou corretiva), adequadas à recuperação, tanto quanto possível, para manter características originais do transformador, são atividades que deverão ser analisadas, não só com base em critérios técnicos, mas também em critérios econômicos e estratégicos, que serão a seguir trabalhados.

Podemos observar que a “vida” do transformador pode ainda ser alterada por problemas não diretamente relacionados a si mesmo, pois, pode estar relacionado ao sistema de proteção adotado, aterramento ente outros. Também os sistemas de operação e dimensionamento do equipamento, para seu devido uso.

Adicionamos também, os fenômenos relacionados com a indústria elétrica em geral, tais como os resultantes da desregulação, das fusões entre diversas companhias e das reorganizações do setor elétrico, podem afetar, de forma significativa, a “vida” deste equipamento.

Por fim destaca-se, que a vida útil do transformador é normalmente influenciada pelo seu passado, pelas condições de trabalho, e pela estratégia de manutenção adotada pela empresa proprietária. Deste modo, as decisões sobre a permanência, ou retirada de operação de um determinado equipamento, são influenciadas, pela experiência anterior já ocorrida, e as diversidades encontradas com a reposição, e gastos adicionais que ocorreram neste processo. Fatores estes que podem aumentar ou reduzir a durabilidade destes equipamentos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão de um empreendimento, direcionado a geração de energia elétrica, esta focado diretamente, na tomada de decisões, na qual devem ser muito bem analisadas, a fim de garantir um bom desempenho geral, e neste caso a gestão das subestações de transformação e elevação de energia, é uma das principais estruturas neste sistema que contribuem para um bom funcionamento.

De acordo com <http://www.dee.ufrn.br/joao> .Cap. 9 pag1.

“Os transformadores são máquinas estáticas que transferem energia elétrica de um circuito para outro, mantendo a frequência e, normalmente, variando valores de corrente e tensão. Esta transferência de energia é acompanhada de perdas que dependem basicamente da construção do transformador, do seu regime de funcionamento e da manutenção nele efetuada.”

Sendo assim, é muito importante o acompanhamento preditivo, e saber o momento certo de tomada de decisões, na qual podemos se basear em alguns critérios de acompanhamento em serviço destes equipamentos, tais como a avaliação preditiva destes equipamentos, na qual se faz a necessidade de identificar e responder, algumas questões a respeito desta avaliação, como: o transformador esta normal? Ele pode permanecer em serviço? Se identificado alguma anomalia, precisamos definir se o defeito é grave ou não. Ele pode permanecer em operação e agendar uma manutenção corretiva ou preventiva. Ou em últimos casos, este transformador deve ser tirado de operação imediatamente, para evitar maiores problemas.

Para responder estas questões, deve ser considerado, os dados técnicos, com diagnósticos apropriados, se o transformador apresentar sintomas de defeito interno, este deverá ser identificado o mais rápido possível, analisar os graus do risco da sua permanência em serviço, na rede.

E se este problema seja possível de resolução através de uma operação interna com pessoas especializadas e treinadas para esta operação, se esta solução for temporária, o passo seguinte será a identificação de solução definitiva, e realizar a programação, de uma data próxima, das intervenções que consigam, tanto quanto possível, recuperar as características degradadas como algumas possíveis ações como: termo filtragem, substituição de equipamentos, análises de fluidos entre outros.

Em segundo momento, é importante realizar uma avaliação econômica, que incluem uma análise custo e benefício da intervenção, bem como a avaliação do do valor residual do transformador, de forma a avaliar se este valor residual ainda justifica o investimento

necessário. Além disso é importante conhecer os impactos desse investimento, na vida futura do transformador, bem como a probabilidade de novas ocorrências, e os respectivos custos associados a uma posterior anomalia deste equipamento e à consequência da não operação deste transformador, até à eventual reparação, ou substituição do equipamento.

Sendo assim, sempre que um transformador apresentar qualquer anomalia, mesmo não sendo considerado grave, esta decisão de manter em serviço, ou retirar de serviço, para beneficiação imediata, deve basear-se, em alguns critérios muito importantes: como os critérios técnicos, econômicos e estratégicos.

## **2.1 CRITÉRIOS TÉCNICOS.**

Os critérios técnicos, estes devem ser avaliados de inicialmente pelo histórico de operação deste equipamento, e as perspectivas futuras para este equipamento, com base nas condições atuais em que ele se encontra. E assim definir estratégias de atuação, tendo como base a manutenção preventiva e corretiva, que devem ser integradas neste processo.

Em uma operação de longo tempo incluem uma análise dos dados de campo em que este equipamento está instalado como, o tipo de rede e seu transitório, regime de carga e sua frequência de sobrecarga, que foi exposto, por fim analisar todas as anomalias existentes neste processo.

Para uma recuperação adequada deve ser analisado o estado de seus principais componentes como: núcleo; enrolamento, travessias, refrigeração do óleo, equipamentos de controle e operação.

Em uma manutenção preventiva primeiramente se analisa a qualidade do óleo isolante, segundo orientação da ANEEL deve ser realizado o acompanhamento (análises) a cada seis meses para os gases dissolvidos e a cada 12 meses para os análises físico-químicas, pois, estes nos apresentam a maioria dos dados para antecipar as ações e definir estratégias de operação neste sistema.

Incluindo também neste processo a termográfica dos componentes, a fim de identificar pontos de aquecimento, pois é um dos métodos mais avançados de testes não destrutivos existentes. O uso do instrumento sensível à radiação infravermelho permite visualizar o perfil térmico e medir as variações de calor emitido pelas diversas regiões da superfície de um corpo sem a necessidade de contato físico com ele. Desta maneira, pode-se formar uma imagem térmica (termograma) no momento da inspeção, para análise e correção do problema antes

que ele se agrave. É importante ressaltar que a análise termográfica é realizada com os equipamentos e sistemas em pleno funcionamento, de preferência nos períodos de maior demanda, quando os pontos deficientes se tornam mais evidentes, possibilitando a formação do perfil térmico dos equipamentos e componentes nas condições normais de funcionamento no momento da inspeção.

Junto destes métodos de análise, também como critério técnico deve ser analisado os parâmetros construtivos deste equipamento, tais como tipo de isolante sólido, (papel Kraft). Deste modo destacamos alguns agentes de degradação destes isolantes sólidos, que são:

\*Degradação da célula por hidrólise: Esta ação da água no papel isolante, gera uma ação química molecular entre a água e oxigênio, que proporciona um envelhecimento do papel isolante, e a rigidez dielétrica decresce de forma muito rápido, reduzindo o grau de isolamento do material.

\*Degradação da celulose por oxidação: Em teoria seria fácil de controlar a oxidação das matérias, pois, seria apenas eliminar totalmente a presença de oxigênio, no meio em que se deseja controlar a oxidação, no entanto, na prática este processo é mais difícil, pois, com o passar do tempo de uso há a presença de ácidos e água, que geram a oxidação destes ambientes, deste modo a presença de oxigênio, reduz a vida útil do isolante.

\*Degradação da célula por pirólise: O aumento da temperatura, contribui significativamente, para a degradação dos isolantes sólidos, gerando assim alguns gases como monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrogênio entre outros gases e substâncias sólidas que se depositam no fundo do transformador estilo uma lama de partículas que foi gerada através da degradação do isolante.

Também devemos observar vários detalhes físicos ou aparentemente visíveis em momento de inspeções rotineiras que podem ser apresentados antes da ocorrência de uma emergência ou ação corretiva, como ruídos internos, isso pode representar a ação de degradação de alguns componentes. Gerando, assim, fuga ou descargas elétricas, através de arcos elétricos nas bobinas de alta tensão, ou até com o próprio tanque de óleo podendo levar o equipamento a perda total se não for observado com antecedência e tomados as decisões corretas.

Junto a estes detalhes físicos, também podemos citar, possíveis vazamentos de óleo, atuação de relés de pressão, sobreaquecimento que podem ser identificados com uso da termográfica. Todos os detalhes, que podem identificar, ou levar a gerar problemas internos destes equipamentos que só poderão ser analisados mais detalhadamente através das análises laboratoriais.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS.

O empreendimento em estudo está situado na rodovia Imo Zérna, as margens direitas do rio Krauel localizada no município de Dona Emma SC. E seguem as normativas da ANEEL que definem e regulamentam o setor hidrelétrico no País. Contempla as duas pequenas centrais Hidrelétrica (PCH) Karl e Helena Kuhlemann, com uma capacidade de geração de 2,0 Mega Watt hora, em cada casa de força, na qual a casa de força Karl Kuhlemann contempla 2 transformadores elevadores de tensão (1500kva e 1000 kva) sendo um transformador para cada gerador. E um transformador auxiliar abaixador de 45 kva. Já a casa de força helena Kuhlemann possui um transformador elevador de 2500kva (conectado a 2 geradores) e um auxiliar abaixador de 45 kva.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DE CADA TRANSFORMADOR EM ESTUDOS.

Abaixo segue a tabela com as características técnicas de cada transformador em estudo.

Tabela01: características técnicas dos transformadores

Transformador 01 - PCH Karl	Transformador trifásico 1500kVA Marca: BLUTRAFOS N°: 107 25702 Ano Fáb.: 2013 / Impedância: 6,05% Tensão: 23,1kV / Volume de óleo: 1200 litros Fases: 3 / Freq.: 60Hz / Resf.: ONAN / Líq. isol.: A
Transformador 02 - PCH Karl	Transformador trifásico 1000kVA Marca: BLUTRAFOS N°: 107 25701 Ano Fáb.: 2013 / Impedância: 6,01% Tensão: 23,1kV / Volume de óleo: 990 litros Fases: 3 / Freq.: 60Hz / Resf.: ONAN / Líq. isol.: A
Transformador 04 - PCH Helena	Transformador trifásico 2500kVA Marca: BLUTRAFOS N°: 113.68501 Ano Fáb.: 2014 / Impedância: 6,30% Tensão: 23,1kV / Volume de óleo: 2000 litros Fases: 3 / Freq.: 60Hz / Resf.: ONAN / Líq. isol.: A

Fonte: O autor. Ano 2020

Estes equipamentos estão operando direto, e deste modo necessita de atenções especiais, para que o processo de geração de transformação de energia, não seja interrompido, deste



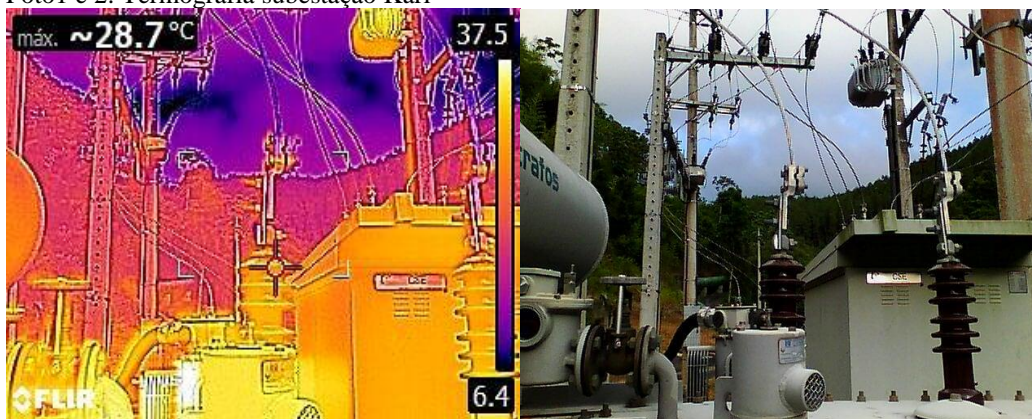
modo a direção do empreendimento, junto com a equipe técnica de operação desta PCH, realizam periodicamente a inspeção rotineiras destes equipamentos, na qual é verificado, via visor do equipamento, níveis de óleo, temperatura, conexões, vazamentos, entre outro item. Possíveis de serem identificados a partir de uma inspeção preventiva.

Bem como de forma semestralmente, é contratado o serviço de uma empresa terceirizada especializada na área, na qual realiza as análises físico e químico dos materiais isolantes, bem como, a termográfica destes equipamentos.

Sendo que a última inspeção periódica realizada pela empresa terceirizada foi no dia 12/02/2020, e estamos agendando a próxima para o final deste mês de novembro, pois em função da pandemia do novo corona vírus, não foi possível realizar estas inspeções conforme o cronograma da empresa, que seria semestralmente.

O procedimento desta manutenção contou com o apoio da equipe de manutenção da usina, para efetuar as manobras de desligamento da subestação e o desligamento da seccionadora de média tensão de entrada da subestação. Na sequência, realizado o seccionamento da tensão provida dos geradores e então iniciado os procedimentos de segurança, conforme normas vigentes. Realizada inspeção visual e limpeza do equipamento, seguindo de ensaios de aterramento, coleta de óleo para análise físico-química e cromatográfica dos transformadores e análise termográfica das instalações. Conforme algumas fotos abaixo

Foto1 e 2: Termografia subestação Karl

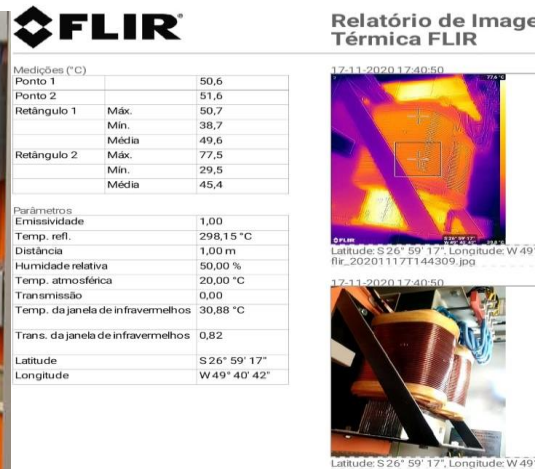


Fonte: O autor.

Foto 3: Momento da termografia



Foto 4: Tipo de laudo gerado.

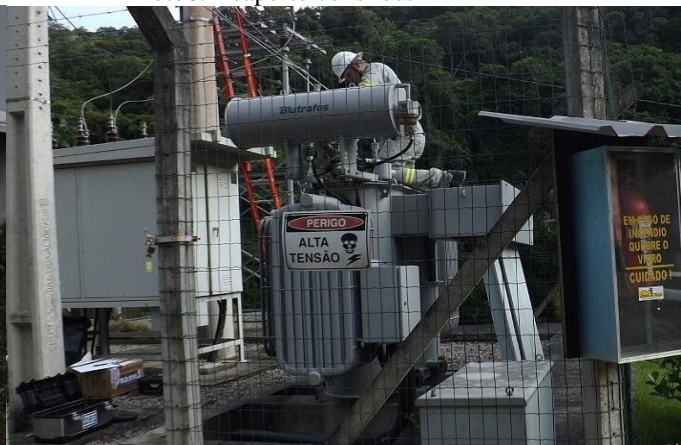


Fonte: Fotos 3 e 4 o autor.

Foto5: Terrômetro



Foto6: Reaperto conexões



Fonte fotos 5 e 6: o autor

### Resultado da análise individual de cada transformador.

Abaixo segue a descrição dos dados analisados em cada transformador, sendo que, neste caso, focaremos nosso trabalho no transformador 01 PCH Karl, equipamento este que apresentou alguns dados interessantes de serem estudados, e tomadas de definições, lembrando que em todos os equipamentos foram efetuados todos estes dados, e assim analisados individualmente cada subestação.

#### 3.1.1 Transformador 01 - PCH Karl

Realizada inspeção visual dos equipamentos, com os seguintes resultados.

**Tabela2:** descrição dos componentes avaliados em uma inspeção

Descrição		Situação em campo
Entrada de energia	Para-raios de média tensão	De acordo
	Proteção – Elos fusíveis	De acordo
	Estrutura de rede	De acordo
	Eletrodutos e caixas de inspeção	De acordo
Célula de proteção e medição	Portas dos painéis	De acordo
	Policarbonato de proteção	De acordo
	Sinalização	De acordo
	Conexões	De acordo
	Interface de operação	De acordo
Transformador	Vazamento de óleo	Não identificado
	Arranhões na pintura	Não identificado
	Sinais de corrosão	Não identificado
	Fissuras ou lascas nos corpos isolantes das buchas	Não identificado
	Estado dos acessórios	De acordo
	Placa de identificação: verificar se as características da placa de identificação do transformador estão legíveis e de acordo com a norma NBR 5356	De acordo
	Sistema de comutação	De acordo
Aterramento	Caixas de inspeção	De acordo
	Conexões	De acordo

Fonte: o autor

### 3.1.1.1 Ensaio do óleo mineral isolante.

Realizada coleta do óleo para análise físico química e cromatográfica, a fim de verificar as condições de operação do transformador e detectar possíveis falhas.

Foto 7: coleta de óleo para análise



FONTE: equipe de operadores da usina (2019)

Segue abaixo resultado:

Tabela 3 – Resultados do ensaio físico-químico no transformador de 1500kV

ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS				
ENSAIO	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADO	REFERÊNCIA
Densidade a 20°C	g/cm <sup>3</sup>	ABNT NBR 7148	0,8652	---
Fator de Potência a 100°C	%	ABNT NBR 12133	0,65	máx. 20,00 %
Índice de Neutralização	mg(KOH)/g	ABNT NBR 14248	0,02	máx. 0,20 mg(KOH)/g
Rigidez Dielétrica (IEC 60156)	kV	ABNT IEC 60156	63	mín. 40,00 kV
Tensão Interfacial a 25°C	mN/m	ABNT NBR 6234	34	mín. 20,00 mN/m
Teor de Água	ppm	ABNT NBR 10710	20	máx. 35,00 ppm
DIAGNÓSTICO: O ÓLEO MINERAL ISOLANTE ENCONTRA-SE EM CONDIÇÕES NORMAIS DE UTILIZAÇÃO. SUGERE-SE REAMOSTRAR EM UM ANO PARA ACOMPANHAMENTO.				

Fonte: Enelt

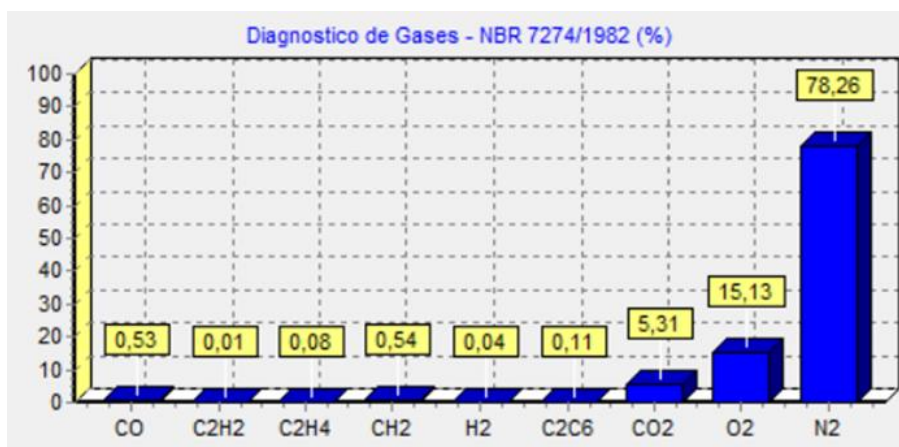


Tabela 4 – Resultados do ensaio de gases dissolvidos no transformador de 1500kVA

ENSAIO DE GASES DISSOLVIDOS			
GÁS	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADO
H2 - Hidrogênio	ppm (v/v)	ABNT NBR 7070	22
O2 - Oxigênio			7895
N2 - Nitrogênio			40841
CH4 - Metano			282
CO - Monóxido de Carbono			274
CO2 - Dióxido de Carbono			2771
C2H4 - Etileno			41
C2H6 - Etano			57
C2H2 - Acetileno			3
Gases combustíveis			679
Total de gases			52186
DIAGNÓSTICO: OS RESULTADOS INDICAM OCORRÊNCIA DE SOBREAQUECIMENTO DE BAIXA TEMPERATURA (150°C – 300°C). SUGERE-SE REAMOSTRAR EM UM ANO PARA ACOMPANHAMENTO.			

Fonte: Enelt

Figura 1 - Percentual dos gases dissolvidos no transformador de 1500kVA



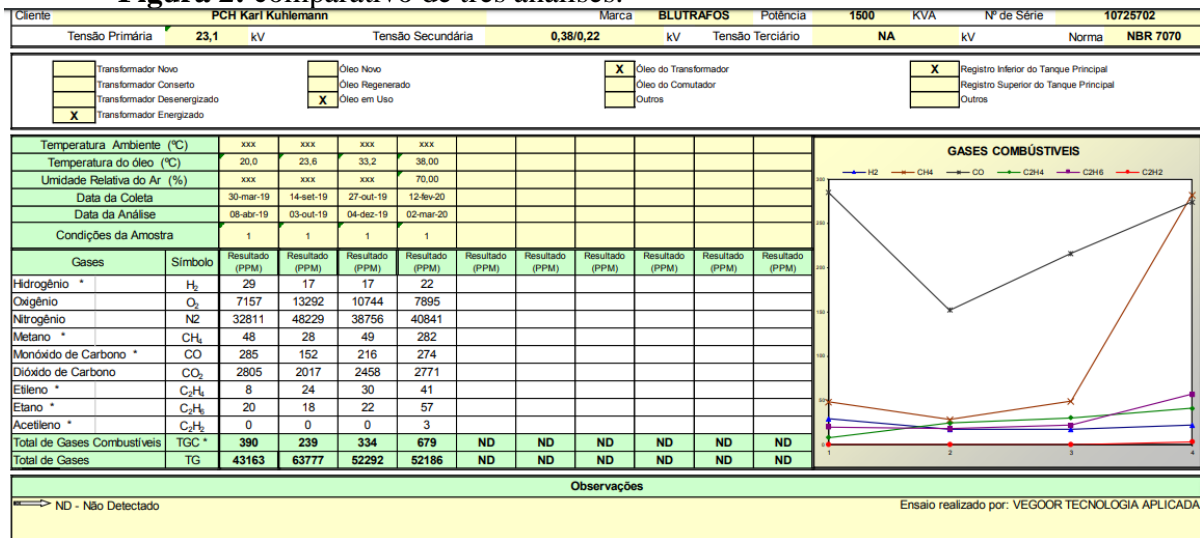
Fonte: Enelt

De acordo com os resultados da análise do óleo, verificado que os valores do ensaio físico-químico não apresentaram irregularidades, encontrando-se em condições normais de utilização. Sugeriu-se realizar nova análise do óleo no prazo de um ano para acompanhamento.

Já para os resultados do ensaio de gases dissolvidos (cromatográfico), os resultados indicaram ocorrência de sobreaquecimento de baixa temperatura (150°C – 300°C) no equipamento. O laboratório sugeriu reamostrar em um ano para acompanhamento.

Segue comparativo com as análises realizadas no ano de 2019 para o transformador de 1500kVA:

**Figura 2:** comparativo de tres análises.



Fonte: Enelt.

Com base nestes dados obtidos, e realizando o comparativo entre as tres análises realizadas , observamos que ocorreu um aumento muito significativo da concentração de CH4 da ultima análise, o que ligou o sinal de alérta quanto ao processo de uma manutenção corretiva neste equipamento.

Sendo assim, ja no mes de maio de 2020, a empresa, organizou junto com a fabricante deste equipamento, o envio deste para uma manutenção preventiva/corretiva completa, realizada na sede da propria fabricante de todos estes equipamentos , seguindo primeiro, o transformador 01, em seguida o transformador 02. Sendo que para este processo foi realizada uma análise completa de todos os componentes elétricos, e filtragem do material isolante, deste modo foi possivel resolver estes problemas que foram apresentados através das análises cromatografica do óleo.

O transformador 02 PCK KARL , no ano de 2019, ja havia passado por uma filtragem termoa vacuo, com objetivo de melhorar as condições do isolante e redução de gases internos, bem como realizamos tambem a troca de alguns anéis de vedação que ja estavam ressecados, mas mesmo assim encaminhamos novamente este transformador para uma revisão completa , e neste caso não foi menor a manutenção realizada neste momento , mas de qualquer forma nos garante que os dois principais equipamentos desta subestação estão em perfeitas condições de operação.

O transformados PCH Helena, no ano anterior também passou por uma anomalia foi encaminhado para o fabricante constatou o rompimento da bobina de alta, e retornando apos a manutenção e ja esta em operação novamente.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando uma análise de caso referente a uma subestação de transformação de energia, que responde diretamente pela geração de renda e a garantia de uma energia de qualidade para os consumidores, destacamos a importância da qualidade destes dados coletados, estando da forma correta, através de equipamentos devidamente calibrados. E a consulta em bibliografias confiáveis de definir e profissionais habilitados, são fundamentais para a definição de estratégias de intervenções que devem ser tomadas em um curto período.

Quanto a resultados práticos, neste caso destaca-se a tomada de decisão, no momento correto, tendo como base o banco de dados de informações já citado acima, na qual se optou por retirar este equipamento de operação e encaminhar para a manutenção especializada, pois avaliou-se a real demanda de evitar que algo de pior pudesse ocorrer caso este gás (ch<sub>4</sub>) continuasse com esta curva ascendente de concentração destes gases, e na próxima análise, entre julho a agosto, pode ser tarde demais para decisões preventivas e assim com custos financeiros menores.

Sabemos que existem diversas formas de prever os dados de vida útil de um transformador, mas em nenhum destes casos podemos prever de forma precisa, pois, dependemos de muitas variáveis, que interferem, e que são difíceis de serem contabilizadas. Sabe-se, no entanto, que:

- O tempo de vida do transformador se reduz com aumento de temperatura, para além da temperatura normal de operação, há, contudo, várias perspectivas, para definir a vida útil de um transformador, com a análise financeira e a estatística do equipamento em si.

## 5 CONCLUSÃO

A gestão de uma subestação de potência, ou de distribuição, requer um adequado conhecimento das condições dos equipamentos e da rede onde estes estão inseridos.

Uma vez que, a experiência acumulada durante anos demonstrou que a idade, considerada isoladamente, é um fraco elemento para previsão das condições reais do transformador, é necessário um programa de manutenção preventiva, baseado num conjunto de testes, adequados à caracterização e diagnóstico do estado do transformador, dos quais se destacam, pela sua importância, as análises de óleo, conforme esta sendo desenvolvido nesta subestação em que focamos nossa pesquisa e coleta de dados, e de uma equipe técnica

capacitada, para identificar e definir o melhor momento de tomada de decisões e ações que deem ser tomadas.

Quando ocorre a uma anomalia mais grave que danifica a estrutura dos transformadores, que levam à retirada de operação do equipamento, conclui-se praticamente que este é o fim da respectiva vida útil, pois o mesmo precisara passar por um processo reconstrução integral o que em alguns casos se torna inviável.

Como é o caso do apagão no estado do Amapá, em que o Brasil está acompanhando, na qual no dia três de novembro, ocorreu um incidente gerando um desligamento automático das linhas de transmissão Laranjal/Macapá C1 e C2, assim como das usinas hidrelétricas Coaracy Nunes e Ferreira Gomes. Com isso, identificou-se que houve uma interrupção de cerca de 250 MW de carga de energia, afetando a capital do Amapá, Macapá. Foi reportado um incêndio no transformador 1 da subestação de Macapá, de propriedade da LMTE, tendo sido registrado perda total na unidade. Apesar de ainda não possuir dados concretos sobre a ocorrência, mas há fortes indícios de que esta ocorrência pode ter ocorrido em função de alguma falta de manutenção específica, conforme a própria empresa já havia um comunicado formal por meio da notificação e resposta ao ofício 11/2020-SFE/ANEEL, na qual já a sete meses anterior apresentava a dificuldade de realizar as devidas manutenções em função da prevenção a pandemia do novo corona vírus. Fato importante este, que pode ter gerado um agravante, para a condição atual desta subestação.

Deste modo cabe reforçar novamente a importância de uma ótima gestão, e trabalhar de forma preventiva a fim de antecipar a resolução dos agravantes mais sérios que podem ocorrer, conforme este em que estamos presenciando, com desabastecimento de alimento, água e demais itens necessários incluindo a saúde pública.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conforme já citado anteriormente. No desenvolvimento deste trabalho a importância de se realizar um trabalho preventivo, em uma subestação, independentemente da idade de suas máquinas, pois sabemos que é difícil prever de forma precisa o que pode ocorrer no decorrer de um semestre de operação deste modo, um cronograma de análise de prevenção é fundamental para manutenção preventiva de qualquer transformador de energia.

Por fim destacamos a importância de possuir uma unidade de transformação de energia para podermos realizar nossos, estudos e análises comparativos, e conseguir trocar experiências com pessoas capacitada, nesta área que nos possibilitam uma enorme troca de



informações, e nos garante uma melhor capacitação, com a junção com conhecimento teórico e prático.

## REFERÊNCIAS

[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2014/022/documento/anexo\\_-\\_plano\\_minimo\\_de\\_manutencao.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2014/022/documento/anexo_-_plano_minimo_de_manutencao.pdf)

<http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/11%20-%20Cap%EDtulo%209.pdf>

Maria Augusta G. Martins/ LABELEC – Grupo EDP, Departamento de Materiais Isolantes

Rua Cidade de Goa nº4, 2685-039 Sacavém, Portugal