



**GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS  
ELÉTRICOS - GTL**

**AMBIENTE INTEGRADO DE INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE BUCHA PARA  
ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO ATRAVÉS DE BASE HISTÓRICA UMA EXPERIÊNCIA ELETROBRAS  
ELETRONORTE**

**IVALDO MONTEIRO LOBATO (1); FELIPE CASTELAR TORRES SILVA (1);  
JOSÉ ADOLFO DA SILVA SENA (1); RUI SÉRGIO SILVA LIMA (1)  
ELETROBRAS ELETRONORTE (1)**

**RESUMO**

Este trabalho tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento e implantação de um sistema de monitoramento de bucha de transformadores e reatores, implantado na Subestação de Utinga no estado do Pará. Os dados são adquiridos por meio de sensores de corrente de fuga e sensores de temperatura instalados nas buchas. Estes sensores integram o sistema de monitoramento cujos dados são disponibilizados ao SAGE. O sistema SAGE mantém uma base histórica que é consultada, via web, pelo software de análise desenvolvido internamente na Eletronorte. A estrutura é baseada na arquitetura cliente servidor, ou seja, os processos cliente enviam requisições para o processo servidor e este, por sua vez, processa-os e envia os resultados aos clientes. Os dados de interesse são obtidos a partir da base histórica do SAGE e replicados para o banco de dados da aplicação desenvolvida, onde são tratados e resultando em alarmes e curvas de tendências. A equipe de manutenção da subestação recebe avisos, em tempo real, e, com base nas informações recebidas, podem realizar um pré-diagnóstico a distância e em tempo hábil para prover os meios para estimar e promover soluções de eventuais problemas no menor espaço de tempo, com objetivo de minimizar a quantidade de ocorrências. Empregando relatórios de corrente de fuga, tangente delta, capacitância, temperatura de óleo e temperatura de enrolamento, e as observações das condições operativas de potência ativa, reativa e de tensão trifásica, pode-se implementar um esquema de manutenção baseada na condição e, com isso, evitar perdas de faturamento por parcela variável, por conta da aplicação de multas pela agência reguladora.

**PALAVRAS-CHAVE**

Monitoramento – Bucha – Rede de Comunicação – Banco de Dados – ModBus.

**1.0 INTRODUÇÃO**

Este trabalho apresenta os procedimentos utilizados para a implantação do SIMME (Sistema de Monitoramento de Máquinas e Equipamentos) on-line de Buchas dos transformadores e reatores de potência dispositivos eletrônicos inteligentes (IED) do sistema de transmissão da Eletronorte. Através dos sensores e interfaces Homem-máquina (IHM), eles foram conectados modularmente ao canal de comunicação em protocolo ModBus (RS-485) na base histórica do SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia) e integrados aos sistemas computacionais desenvolvidos no Centro de Inovação Tecnológica da Eletronorte.

Os dispositivos eletrônicos citados neste documento foram instalados no transformador e ou reator obedecendo às características técnicas apresentadas no projeto homologado pela Eletronorte. As instalações foram realizadas visando manter o padrão do escopo do fornecimento. Os dispositivos inteligentes realizam medição e aquisição de parâmetros elétricos da bucha (correntes, capacitância, tangente delta), e integrados ao SAGE e a partir deste ao SIMME, para efetuar o diagnóstico de seu estado atual, detectando problemas que ainda se encontram em fase inicial, bem como o prognóstico de problemas futuros com base na progressão das medições ao longo do tempo.

A instalação do SIMME aos dispositivos inteligentes foi proposta para aumentar a disponibilidade, controle e segurança, reduzindo o risco de ocorrência de falhas nos transformadores e reatores de potência como ferramenta preditiva para a manutenção do sistema de transmissão da Eletrobrás Eletronorte. As definições de quais dispositivos foram instalados em cada equipamento da Eletronorte ficou de responsabilidade da equipe envolvida. Além das condições acima, os dispositivos adicionais do sistema instalados foram conectados à rede de comunicação já existente juntamente com os monitores de temperatura que já se encontravam alimentando com os sistemas computacionais já instalados (SAGE).

Diante do exposto e buscando uma solução que atendessem às necessidades em obter informações sistêmicas que auxiliassem a manutenção, sua operacionalidade e rapidez em seu atendimento nas áreas de engenharia de manutenção em tratativas buscaram soluções em minimizar esta necessidade e procurar o melhor recurso que atendam a condição operacional do sistema.

Esta especificação descreve e estabelece as características técnicas e operacionais mínimas exigidas, cujo desenvolvimento de um sistema de monitoramento de equipamentos. O acesso se dá através da plataforma do SIMME, via rede de supervisão e rede corporativa da ELETRONORTE e disponibilizado via ambiente corporativo e portal SIMME WEB do sistema.

## 2.0 DESCRITIVO DO SISTEMA

As características técnicas dos dispositivos eletrônicos inteligentes, são descritas a seguir todas as características comuns a todos os dispositivos eletrônicos inteligentes. Os demais subitens descrevem as características específicas dos dispositivos licitados (sensores e IHMs):

### 2.1. Monitor de buchas (IHM);

#### 2.1.1. Adaptadores de tap;

#### 2.2.1. Módulos de medição.

### Características comuns dos dispositivos eletrônicos inteligentes

Todos os dispositivos eletrônicos inteligentes, tanto sensores quanto IHMs, atendem às características comuns a seguir na Tabela 1-CARACTERISTICAS DOS IED.

- Temperatura de operação de classe industrial, de -40 a +85°C;
- Tensão de alimentação auxiliar de 38 a 265 Vcc ou Vca;
- Memória não-volátil para armazenamento local de medições e eventos;
- Relógio de tempo real, mantido em operação por no mínimo 48 horas na falta de alimentação sem o uso de baterias, para que os equipamentos sejam livres de manutenção;
- Função de autodiagnóstico para sinalização de falhas internas ou externas ou falta de tensão de alimentação;
- Porta de comunicação serial RS485;
- Protocolo de comunicação ModBus RTU previamente testado e homologado pelo CEPEL para comunicação com o software SAGE. Deverá ser apresentada documentação de comprovação de aprovação emitida pelo CEPEL;
- Protocolo de comunicação DNP3.0, permitindo seu uso alternativo no lugar do protocolo ModBus RTU, sendo o protocolo utilizado selecionado pelo usuário na programação do IED;
- Devido às características climáticas das instalações da Eletronorte, os displays locais das IHMs e sensores deverão ser do tipo temperatura estendida, permanecendo legíveis em temperaturas de até 85°C;

Imunidade a Surtos (IEC 61000-4-5):	
• surtos fase-neutro:	1 kV, 5 por polaridade (+/-)
• surtos fase-terra e neutro-terra:	2 kV, 5 por polaridade (+/-)
Imunidade a Transitórios Elétricos (IEC 60255-22-1):	2,5 kV

<ul style="list-style-type: none"> <li>• valor de pico 1º ciclo</li> <li>• frequência:</li> <li>• tempo e taxa de repetição:</li> <li>• decaimento a 50%:</li> </ul>	1,1 MHz 2 segundos, 400 surtos/seg. 5 ciclos
Tensão Aplicada (IEC 60255-5): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensão suportável à frequência industrial</li> </ul>	2 kV 60Hz 1 min. contra terra
Imunidade a Campos Eletromagnéticos Irradiados (IEC 61000-4-3): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequência:</li> <li>• Intensidade de campo:</li> </ul>	26 a 1000 MHz 10 V/m
Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas Conduzidas (IEC 61000-4-6): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequência:</li> <li>• Intensidade de campo:</li> </ul>	0,15 a 80 MHz 10 V/m
Descargas Eletrostáticas (IEC 60255-22-2): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo ar:</li> <li>• Modo contato:</li> </ul>	8 kV, dez descargas por polaridade 6 kV, dez descargas por polaridade
Imunidade a Transitórios Elétricos Rápidos (IEC61000-4-4): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teste na alimentação, entradas e saídas:</li> <li>• Teste na comunicação serial:</li> </ul>	4 kV 2 kV
Ensaio Climático: (IEC 60068-2-14): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa de temperatura:</li> <li>• Tempo total do teste:</li> </ul>	-40 a +85°C 96 horas
Resposta à vibração: (IEC 60255-21-1): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo de Aplicação:</li> <li>• Amplitude:</li> <li>• Duração:</li> </ul>	3 eixos (X, Y e Z), senoidal 0,075mm de 10 a 58 Hz 1G de 58 a 150 Hz 8 min/eixo
Resistência a vibração: (IEC 60255-21-1): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo de Aplicação:</li> <li>• Frequência:</li> </ul>	3 eixos (X, Y e Z), senoidal 10 a 150 Hz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidade:</li> <li>• Duração:</li> </ul>	2G 160 min/eixo

Tabela 1-CARACTERISTICAS DOS IED.

### 2.3. Monitor de buchas (IHM)

Efetua a monitoração e diagnóstico da isolação das buchas, que é um dos principais pontos de falha em transformadores. Esse monitor é composto das seguintes partes:

- Adaptadores de tap de bucha;
- Módulos de medição de buchas;

Atendendo as seguintes características:

- Preparada para conexão de até 3 (três) módulos de medição descritos no item 3.3.2, os quais podem ser empregados igualmente para a monitoração de buchas condensivas e Transformadores de Corrente (TC) de pedestal, permitindo a integração da monitoração desses equipamentos com a monitoração do transformador de potência;
- Indicações das tensões trifásicas fase-terra e fase-fase, calculadas com base nas correntes de fuga medidas e capacitâncias das buchas;
- Ajustes de valores iniciais de capacitância e tangente delta independentes para as buchas das fases A, B e V, para aplicação em bancos de transformadores monofásicos;
- Ajustes de valores de alarme de capacitância e tangente delta independentes para as buchas das fases A, B e V, para aplicação em bancos de transformadores monofásicos;
- Ajuste automático de alarmes de capacitância e tangente delta para todas as buchas simultaneamente, para facilidade de comissionamento;
- Cálculo das tendências de evolução de capacitância e tangente delta, com extrapolação dos tempos restantes para alcançar níveis de alarme;
- Alarmes por tendências de evolução de capacitância e tangente delta elevadas se o número de dias restantes para alarme for menor que o limite programado;
- Alarmes por correntes de fugas das buchas altas ou muito altas, com temporização ajustável;
- Checagem de consistência dos alarmes de corrente de fuga alta e muito alta pela comparação das medições de correntes de fuga com a medição de soma vetorial das correntes, de forma a bloquear alarmes indevidos. Indicação de alerta de autodiagnóstico em caso de inconsistência;
- Ajuste automático dos valores de alarme para correntes de fuga altas ou muito altas, com base nas medições de correntes durante o período de aprendizado dos cálculos de capacitância e tangente delta e na margem de segurança programada pelo usuário em percentual;
- No mínimo 12 relés de alarme programáveis;
- No mínimo quatro saídas em loop de corrente mA programáveis.

### 2.4. Adaptador de Tap;

Atendem as seguintes características:

- Conexão elétrica e mecânica ao tap de teste ou de tensão das buchas capacitivas;
- Promove estanqueidade ao tap, com grau de proteção IP65;
- Proteção incorporada contra a abertura acidental do circuito do tap.
  - A proteção deve ser redundante, cumprindo sua função mesmo em caso de falha de uma delas;
  - Estão conectados aos taps das buchas durante a aplicação dos testes de impulso atmosférico nas mesmas, sem ocorrência de danos;
  - Possuem tomada e plug no corpo do adaptador, para facilidade de instalação;
  - Temperatura de operação de classe militar, de -55 a +125°C, para suportar as altas temperaturas que podem ocorrer na tampa do transformador.

### 2.5. Módulo de Medição;

Atendem as seguintes características:

- Cada módulo de medição recebem os sinais de corrente de fuga das três buchas de um sistema trifásico;
- Cálculo das variações de capacitância da isolação principal (C1) das buchas com erro máximo de  $\pm 0,5\%$  da medição;
- Cálculo das variações de tangente delta da isolação principal das buchas com erro máximo de  $\pm 0,05\%$  em valor absoluto;
- Bornes de ligação para conexão das correntes de fuga das buchas adequados para terminais do tipo olhal;
- Está conectado aos adaptadores de tap, os quais estarão conectados aos taps das buchas durante a aplicação dos testes de impulso atmosférico nas buchas, sem ocorrência de danos;
- Preparado para a monitoração de buchas equipadas com Dispositivo de Potencial de Bucha (DPB), nas quais o tap capacitivo encontra-se ocupado pelo DPB, com comprovação de aplicações bem-sucedidas em níveis de tensão de 500 kV;

- Preparado para a monitoração de capacitância e tangente delta da isolação de Transformadores de Corrente (TC) de pedestal nos quais o aterramento da blindagem capacitiva esteja acessível, com comprovação de aplicações bem-sucedidas em níveis de tensão de 500 kV;
- Uma porta RS485 para interligação à IHM.

### 3.0 ETAPAS DE INSTALAÇÃO EM CAMPO

As etapas de implantação, objetos desta especificação, foi baseada em 4(quatro) ações que levaram em consideração o hardware que compõem os instrumentos eletrônico de aquisição de grandezas elétricas para a medida do sistema implantado e o SIMME que foi testado em Laboratório de Ensaios Elétricos - ENEE e o software de aquisição do instrumento que foi desenvolvido pelo Laboratório de Desenvolvimento de Automação do Centro de Inovação Tecnológica da Eletronorte. O aplicativo de aquisição SIMME Aquisição, serviço de banco de dados, serviço de e-mail, serviço web e software de análise e implementação de engenharia de manutenção SIMME Cliente.

3.1. A primeira ação foi o levantamento de dados do projeto elétrico, da arquitetura do sistema (Figura 1), da leitura da documentação, e topologia. Montagem em campo (Figura 2a e Figura 2b) das Subestação e salas de relés.

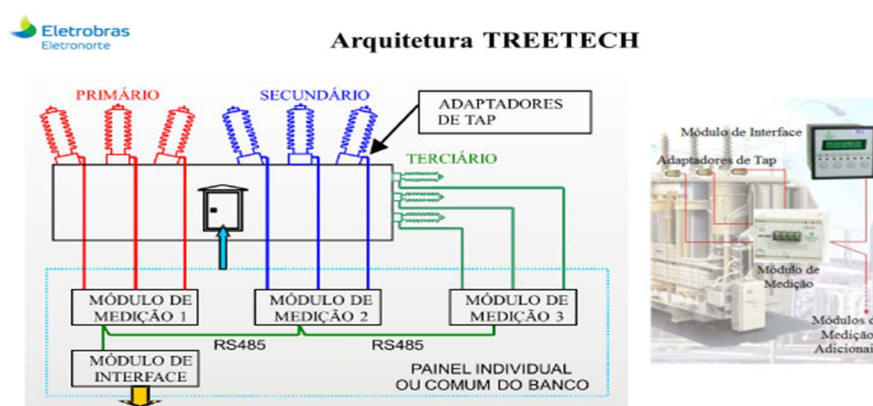


Figura 1- Arquitetura.

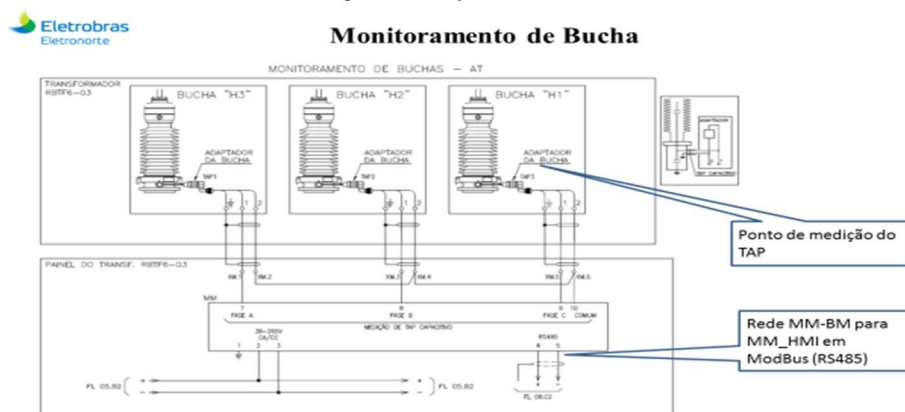


Figura 2a – Montagem em Campo.

## ADAPTADORES DE TAP



Figura 2b -Montagem no TAP.

- 3.2. A segunda etapa foi composta de montagem da infraestrutura básica para a conexão dos instrumentos de medição através do lançamento de cabos e montagem e fixação do computador e módulos de conexão deste e da rede de supervisão e rede corporativa para o acesso das informações via protocolo ModBus ou base histórica do SAGE através de aquisições dos equipamentos HMI-MM (Figura 3a, 3b) e Infraestrutura da Base Histórica do SAGE (Figura 3c).

## Arquitetura Proposta

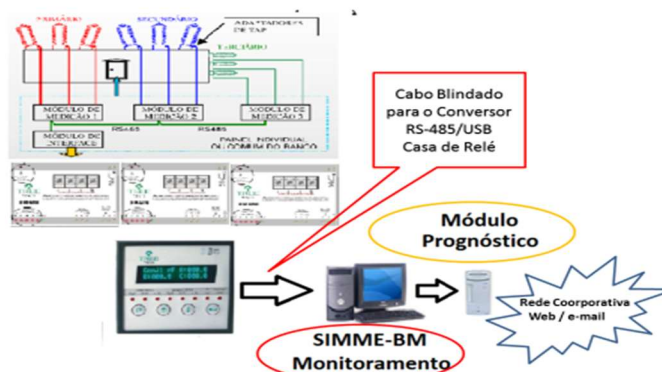


Figura 3a – Arquitetura Proposta.

## Arquitetura Proposta

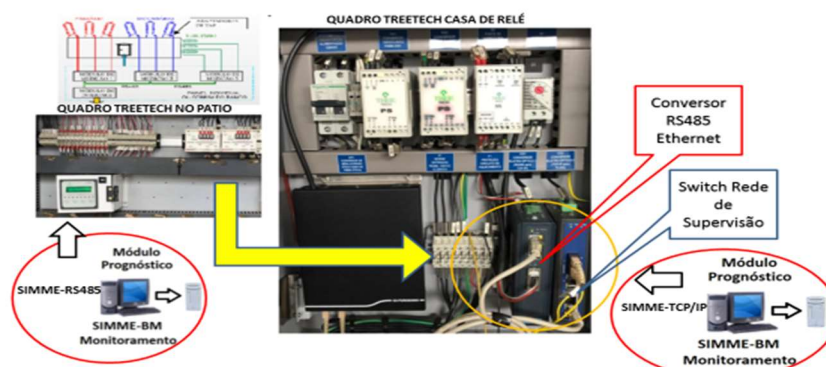


Figura 3b – Montagem proposta.



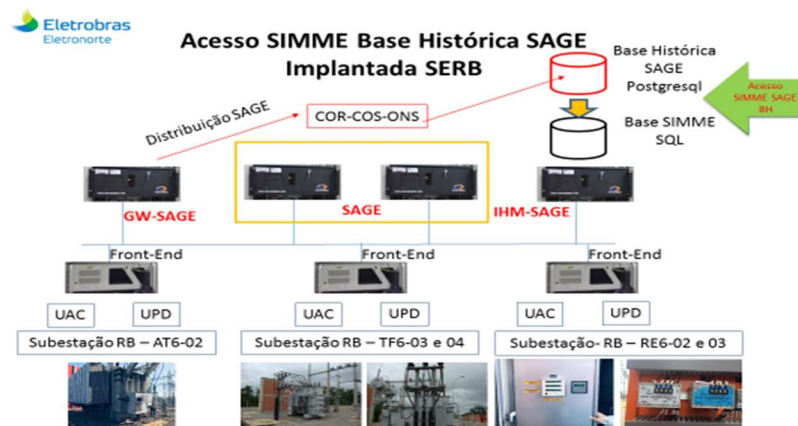


Figura 3c – Infraestrutura Base Histórica SAGE.

- 3.3. A terceira etapa é a parametrização das grandezas monitoradas, implantação e operacionalização das medições, objetos desta especificação, foi atribuída pela equipe local que deveria definir os tipos e limites que foram parametrizados (Figura 4a), e mostrados nas telas das medições de Capacitância e Tangente Delta no ambiente SIMME na WEB (Figura 4b e 4c).

**Endereços de Supervisão**

PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

MONITOR DE BUCHAS ON-LINE

**BM**

Registradores para Somente Leitura:

Registro	Endereço	Descrição	Faixa de Medição ou Estado	Fator multiplicador
1000	Capacitância	Capacitância	0...40000 pF	10
1001	Tangente Delta	Tangente Delta	0...9,999 %	1000
1002	Tendência Capacitância	Tendência Capacitância	-9,99...+9,99 pF/dia	100
1003	Tendência Tangente Delta	Tendência Tangente Delta	-9,99...+9,99 %/dia	1000
1004	Tempo para alarme Capacitância Alta	Tempo para alarme Capacitância Alta	0...65535 dias	1
1005	Tempo para alarme Capacit. Multa Alta	Tempo para alarme Capacit. Multa Alta	0...65535 dias	1
1006	Tempo p/ alarme Tangente Delta Alta	Tempo p/ alarme Tangente Delta Alta	0...65535 dias	1
1007	Tempo p/ alarme Tan. Delta Multa Alta	Tempo p/ alarme Tan. Delta Multa Alta	0...65535 dias	1
1008	Tensão fase-terra	Tensão fase-terra	0...399,9kV	10
1009	Corrente de fuga	Corrente de fuga	0...100,00mA	100
1010	Alarme de Capacitância Alta	Alarme de Capacitância Alta	0= Não Alarme, 1= Alarmado	-

Modbus SAGE - 41001

Modbus SAGE - 41001

Modbus SAGE - 41010

Figura 4a – Endereçamento ModBus.

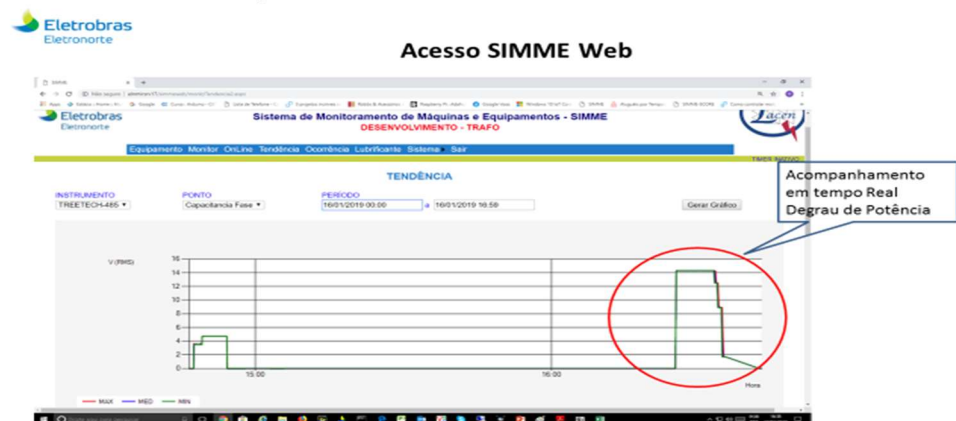


Figura 4b – Tela de Medição de Capacitância.



Figura 4c - Tela de Medição de Tangente Delta.

#### 4.0 local de instalação

Toda a infraestrutura foi instalada juntamente com os equipamentos na casa de relé da subestação Utinga em Belém-Pará e Rio Branco-Acre, onde estarão localizados os equipamentos, conforme abaixo (Tabela 2):

Localidade	Endereço	Equipamentos Monitorados
SEUT	Belém-PA	UTTF6-01
SEUT	Belém-PA	UTTF6-02
SEUT	Belém-PA	UTTF6-03
SEUT	Belém-PA	UTTF6-04
SERB	Rio Branco -AC	RBAT602
SERB	Rio Branco -AC	RBTF602
SERB	Rio Branco -AC	RBTF603
SERB	Rio Branco -AC	RBTF605
SERB	Rio Branco -AC	RBRE602
SERB	Rio Branco -AC	RBRE604

Tabela 2 – Instalações Monitoradas.

#### 4.1. Serviço executado em campo:

##### 4.1.1. Sistema de Monitoramento;

- Configuração de CPU de Aquisição (Data Center)
- Configuração de canais de aquisição de novos pontos no SIMME Aquisição;
- Parametrização dos pontos na Base histórica SAGE-SIMME;
- Parametrização dos canais de aquisição dos equipamentos (SIMME);
- Testes gerais e verificação de aquisição e ajustes de pontos de monitoramento.

##### 4.1.2. Sistema de Banco de dados (Data Center PA/RB);

- Ampliação dos canais do Banco de Dados: SIMME BM (Utinga/Rio Branco);
- Configuração de SIMME web, SIMME e-mail, SIMME Eventos;
- Parametrização das aquisições SIMME\_Cliente.

##### 4.1.3. Material Utilizado:

Software NI DaqMx National;  
 Software SIMME aquisição;  
 SIMME Cliente (Ambiente de Engenharia);  
 Projeto BM Eletronorte (Desenho) / Manual BM/TM;  
 Notebook;  
 Maleta de ferramentas;  
 EPI – Capacete, Bota Isolante e Roupas Antichama;  
 Acessórios (Cabos e Conectores RS-485);

#### 5.0 Condições Operacionais

- Sistema SIMME-BM com 4(quatro) equipamentos operantes na SE Utinga e 6(seis) equipamentos na SE Rio Branco, além das grandezas já monitoradas de: Corrente de fuga, capacitância e tangente delta nas buchas de 138 kV e 230 kV nos Trafos e 230 kV nos Reatores (Figura 6). Foi adicionado as novas grandezas de: Tensão trifásica, Potência Ativa, Potência Reativa, Temperatura de óleo e temperatura de enrolamento dos equipamentos para serem acompanhadas e avaliadas durante os diagnósticos (Figura 7);



MONITOR										
No.	Instrumento	Ponto	Descrição	Grandeza	Unidade	Modo	LimInf	Valor	LimSup	Tipo
1	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Corrente Fuga 138kv Fase A	Corrente Fuga 138kv Fase A	Corrente	mA	RMS	0	28,58	1000	0
2	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Corrente Fuga 138kv Fase B	Corrente Fuga 138kv Fase B	Corrente	mA	RMS	0	28,38	1000	0
3	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Corrente Fuga 138kv Fase V	Corrente Fuga 138kv Fase V	Corrente	mA	RMS	0	28,84	1000	0
4	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Capacitância 138kv Fase A	Capacitância 138kv Fase A	Capacitância	pF	RMS	0	550,00	1000	0
5	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Capacitância 138kv Fase B	Capacitância 138kv Fase B	Capacitância	pF	RMS	0	558,00	1000	0
6	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Capacitância 138kv Fase V	Capacitância 138kv Fase V	Capacitância	pF	RMS	0	540,00	1000	0
7	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tangente Delta 138kv Fase A	Tangente Delta 138kv Fase A	Percentual	%	RMS	0	0,28	1000	0
8	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tangente Delta 138kv Fase B	Tangente Delta 138kv Fase B	Percentual	%	RMS	0	0,29	1000	0
9	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tangente Delta 138kv Fase V	Tangente Delta 138kv Fase V	Percentual	%	RMS	0	0,27	1000	0
10	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tensão Fases AB 138k	Tensão Fases AB 138k	Tensão	kV	RMS	0	140,49	1000	0
11	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tensão Fases BV 138k	Tensão Fases BV 138k	Tensão	kV	RMS	0	140,53	1000	0
12	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tensão Fases VA 138k	Tensão Fases VA 138k	Tensão	kV	RMS	0	141,17	1000	0
13	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Potência Ativa 138k	Potência Ativa 138k	Potência	MW	RMS	-1000	-4,08	1000	0

Figura 6 – SIMME WEB SERB

## 6.0 Conclusão

A solução técnica desenvolvida visou reduzir o PMSO empresarial. Com isso houve diminuição da necessidade de deslocamento até as Instalações, diminuindo o custo de deslocamento e redução na quantidade e duração das intervenções para solução do problema ou da melhoria, reduzindo o custo Homem/Hora aumentando a disponibilidade do profissional. Com a diminuição do número de deslocamento as Subestação, reduz-se o custo com a mão de obra e aumento da disponibilidade da equipe para outras atividades.

Com a implantação do Monitoramento on-line pelo portal SIMME WEB via ambiente corporativo, houve melhora na análise em tempo real dos gráficos de tendência de falhas em buchas de transformadores e reatores na SEUT e SERB pela equipe de manutenção, aumentando o controle, segurança e reduzindo os riscos de ocorrências de falhas no sistema de potência. Se tornando uma ferramenta de apoio na manutenção preditiva.

Eliminou a coleta em campo, diminuindo os riscos operacionais na conexão com o equipamento BM no pátio da subestação, pois os alarmes e relatórios são tratados em ambiente seguro;

Um dos ganhos da solução é a possibilidade da análise em tempo real através dos gráficos de tendência de falhas em buchas pela equipe de engenharia de manutenção, aumentando o controle, segurança e reduzindo os riscos de ocorrências de falhas no sistema de potência. Antes eram necessários deslocamentos até a subestações de Utinga e Rio Branco para coleta de dados do monitoramento das buchas, agora são emitidos relatórios diários com as grandezas monitoradas e estas são acessadas através da rede corporativa, e enviadas por e-mail diários e de violação de níveis para as equipes de manutenção.

A melhoria ou inovação tem potencial de utilização em outros processos, áreas ou plantas físicas da empresa e pode ser implementada em qualquer subestação que tenha o sistema Tretech implantado em outros processos, áreas ou plantas físicas da empresa e esse monitoramento pode ser replicado a outras subestações a partir destes projeto piloto. A inovação demonstra evolução significativa do desenvolvimento do trabalho e apresenta resultados mensuráveis que visam garantir a segurança, agilidade, aumento da disponibilidade do mantenedor em facilitar e disponibilizar as informações sem necessidade de abertura de ordem de serviço e deslocamento a SE, demonstra uma evolução significativa de desenvolvimento da atividade.

Contribuiu positivamente ou a reduziu impactos sociais negativos decorrentes dos processos operacionais, técnicos ou de gestão onde houve uma contribuição positiva ao passo que o Sistema de monitoramento oferece segurança na coleta de dados pela equipe de manutenção, pois não há necessidade de adentrar ao pátio da subestação para coleta de dados. Esta segurança da manutenção contribui de forma significativa para a melhoria da qualidade da energia elétrica fornecida pela empresa – (Redução efetiva de falhas de graves em equipamentos da subestação). A sociedade é quem mais se beneficia;

A solução ainda eliminou ou minimizou condição ergonômica inadequada na execução de atividades sendo este um outro aspecto é o ergonômico, pois não há necessidade de coletar os dados diretamente no transformador ou reator, no pátio e em postura inadequada, proporcionando uma melhor condição melhor no seu ambiente diário de trabalho. Com isso eliminou ou minimizou alguma condição insegura e/ou exposição ao risco com a redução do tempo da atividade diminuiu a exposição dos mantenedores aos riscos da subestação. Além de diminuir o risco de acidentes de deslocamento.

**MONITOR**

No.	Instrumento	Ponto	Descrição	Grandeza	Unidade	Modo	LimInf	Valor	LimSup	Tipo
1	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Corrente Fuga 138kv Fase A	Corrente Fuga 138kv Fase A	Corrente	mA	RMS	0	28,58	1000	0
2	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Corrente Fuga 138kv Fase B	Corrente Fuga 138kv Fase B	Corrente	mA	RMS	0	28,38	1000	0
3	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Corrente Fuga 138kv Fase V	Corrente Fuga 138kv Fase V	Corrente	mA	RMS	0	28,84	1000	0
4	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Capacitancia 138kv Fase A	Capacitancia 138kv Fase A	Capacitância	pF	RMS	0	550,00	1000	0
5	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Capacitancia 138kv Fase B	Capacitancia 138kv Fase B	Capacitância	pF	RMS	0	558,00	1000	0
6	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Capacitancia 138kv Fase V	Capacitancia 138kv Fase V	Capacitância	pF	RMS	0	540,00	1000	0
7	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tangente Delta 138kv Fase A	Tangente Delta 138kv Fase A	Percentual	%	RMS	0	0,28	1000	0
8	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tangente Delta 138kv Fase B	Tangente Delta 138kv Fase B	Percentual	%	RMS	0	0,29	1000	0
9	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tangente Delta 138kv Fase V	Tangente Delta 138kv Fase V	Percentual	%	RMS	0	0,27	1000	0
10	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tensão Fases AB 138k	Tensão Fases AB 138k	Tensão	kV	RMS	0	140,49	1000	0
11	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tensão Fases BV 138k	Tensão Fases BV 138k	Tensão	kV	RMS	0	140,53	1000	0
12	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Tensão Fases VA 138k	Tensão Fases VA 138k	Tensão	kV	RMS	0	141,17	1000	0
13	TRAFO-RBAT602 BM-22 138kv	Potência Ativa 138k	Potência Ativa 138k	Potência	MW	RMS	-1000	-4,08	1000	0

Figura 6 – Acesso ao SIMME WEB SERB

## 7.0 Bibliografia

- (1) FERREIRA, Davidson Geraldo. Visão integrada da automação da operação e manutenção de sistemas elétricos de potência. 2007. 128p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Elétrica) Programa de 4 Pós-Graduação em Engenharia Elétrica- PPGE, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- (2) SENA, Jose Adolfo da Silva (2016). Sistema de monitoramento de máquinas e equipamentos SIMME – Manual do Usuário. Versão 2.0. Belém. Eletrobrás Eletronorte.
- (3) LOBATO, Ivaldo. Integração entre o sistema de monitoramento de máquinas elétricas - SIMME e o sistema de proteção controle e supervisão- SPCS que atende o Estado do Pará. SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELETRICA, 2013. Brasília.
- (4) LOBATO, Ivaldo M. EXPERIÊNCIA DA ELETRONORTE NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS EM REPETIDORAS ÓTICAS DESASSISTIDAS. SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELETRICA, 2017. Curitiba-PR.