

## **Grupo de Estudo de Sistemas de Informação e Telecomunicação para Sistemas Elétricos-GTL**

### **Desenvolvimento e Implantação do Sistema de Comando Remoto de infraestrutura em Repetidoras Ópticas Desassistidas (SCORE) uma experiência da Eletrobras Eletronorte.**

**IVALDO MONTEIRO LOBATO (1); JOSE ADOLFO SILVA SENA (1); RUI SERGIO SILVA LIMA (1); KALHO DE JESUS BARBOSA (1); IVO BOFF (1); ISRAEL SILVA NASCIMENTO (1); ELN(1);**

## **RESUMO**

O sistema de telecomunicações na Eletrobras Eletronorte é composto por diversos equipamentos instalados em usinas, subestações e repetidoras Ópticas espalhadas em distâncias continentais. Nas Usinas Hidrelétricas e Subestações em sua grande parte são operadas e mantidas com equipes do quadro técnico, porém as estações repetidoras ópticas funcionam de maneira desassistidas, ou seja, não possui quadro técnico de manutenção "in loco". Apesar dos alarmes dos equipamentos ópticos serem visualizados no CGRT (Centro de Gerência de Rede de Telecomunicações) a maioria das grandes elétricas, que alimentam estas estações e oriundas de ramais rurais das concessionárias de energia e dos sistemas de alimentação dos equipamentos ou mesmo dos grupos diesel de emergência, não possuem um sistema supervisorio que possa apresentar em tempo real as condições operacionais das alimentações dos equipamentos de telecomunicação e da sala dos equipamentos destas referidas estações desassistidas. Com intuito de dar maior robustez e confiabilidade ao sistema de telecomunicações dessas estações repetidoras ópticas, este trabalho vem demonstrar o desenvolvimento e implementação de um sistema de comando remoto de equipamentos de refrigeração com controle de temperatura e umidade, partida e parada de grupo diesel da rede de suprimento de energia, alarmes de equipamentos de telecomunicações e integrado ao CFTV.[1][2]

## **PALAVRAS-CHAVE**

Comando Remoto – Repetidoras Ópticas – Refrigeração – Grupo Diesel – Estação Desassistidas – Telecomunicações.

### **1.0 - INTRODUÇÃO**

O sistema de Telecomunicações da Eletrobras Eletronorte é composto em grande parte por sistemas ópticos que utiliza os cabos OPGW instalados nas linhas de transmissão como meio de propagação. Espalhados pelos estados do Norte, nordeste e centro-oeste do Brasil, este conjunto de equipamentos estão dispostos em Usinas Hidrelétricas, Subestações e Estações ópticas desassistidas distribuídas ao longo deste sistema por distâncias continentais (ver Fig. 1). As Estações repetidoras Ópticas são mantidas por equipes de manutenção de Subestações e Usinas próximas, e sua alimentação CA são fornecidas por concessionárias de energia através de ramais rurais em 13,8 Kv ou 34,5 Kv que através de transformadores distribuem internamente em 380 VCA. Para alimentar os Retificadores de -48 Vcc com baterias que atendem os equipamentos de Telecomunicações e na ocasião da falta do fornecimento da concessionária ocorre o acionamento da USCA (Unidade de Supervisão CA) e o Grupo Gerador Diesel de Emergência passa a gerar a energia necessária para manter a estação com alimentação até o retorno da energia da concessionária. Estas Estações Ópticas são compostas por equipamentos DWDM, SDH, PDH, Crossconnect, Roteadores, Switch, entre outros que atendem o SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão), Sistema de Comunicação

(\*) Endereço Autor Responsável, n° 000 – sala X 00 - Bloco X – CEP 99.999-999 Cidade, Sigla Estado, – Brasil  
Tel: (+55 XX) XXXX-XXXX – Fax: (+55 XX) XXXX-XXXX – Email: nononono@nonono.non.br

(\*) Endereço Autor Responsável, n° 000 – sala X 00 - Bloco X – CEP 99.999-999 Cidade, Sigla Estado, – Brasil  
Tel: (+55 XX) XXXX-XXXX – Fax: (+55 XX) XXXX-XXXX – Email: nononono@nonono.non.br

A estação de Tailândia foi a piloto para a implementação do sistema de monitoramento, localizada a 206 Km da SE Vila do Conde na cidade de Barcarena (ver Fig. 2, a), estação de Jacundá localizada a 117 Km da SE Marabá (ver Fig. 2,b), a Estação de Pacajá está localizada a 170 Km da SE Tucuruí e a SE Castanhal está localizada a 75 km da SE Guamá (ver Fig. 2,c), todas no Estado do Pará. A Estação de Grajaú localizada a 250 Km da SE Imperatriz no estado do Maranhão (ver Fig. 2,d). E a Estação de Extrema localizada a 186 Km da cidade de Rio Branco Capital do Estado do Acre (ver Fig. 2,e).

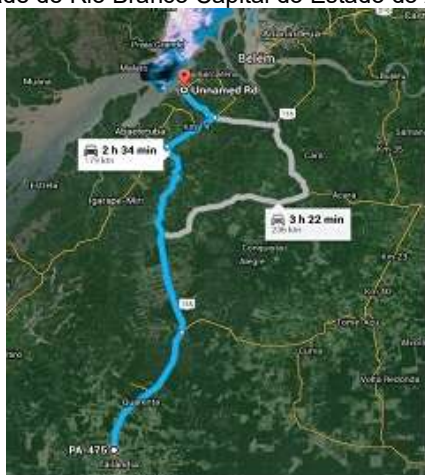


Fig. 2(a)

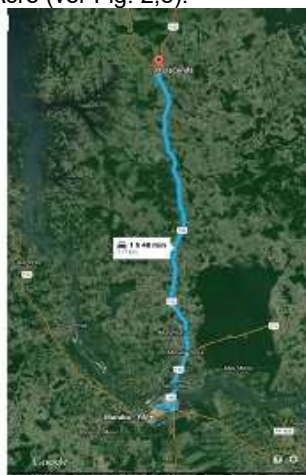


Fig. 2(b)

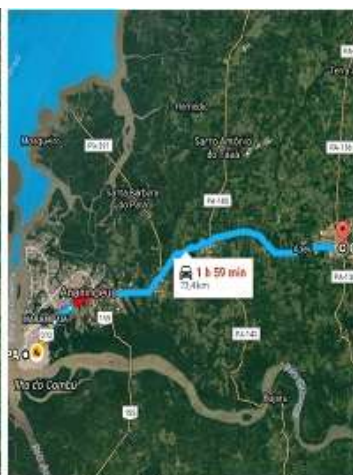


Fig. 2(c)

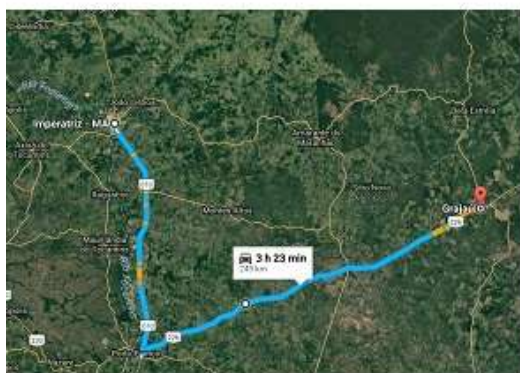


Fig. 2(d)

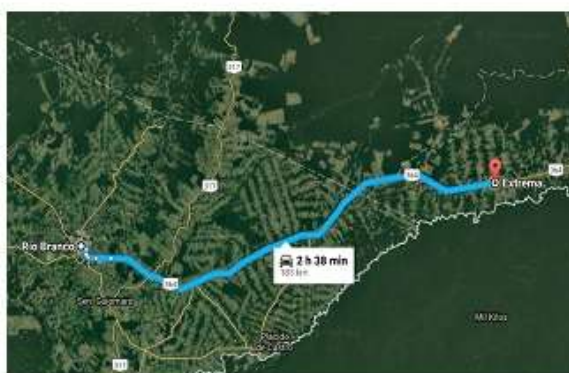


Fig. 2(e)

Fig. 2(a, b, c e d) – Protótipo do Modulo de Comando.

## 2.2 GRANDEZAS MONITORADAS

Foram definidas como grandezas a serem monitoradas as temperaturas e umidades das salas de telecomunicações, o estado de partida e parada dos grupos diesel através das USCA - Unidade de Supervisão CA.

## 2.3 OUTRAS GRANDEZAS

Observou-se a necessidade de implementar também o monitoramento de imagens do CFTV integrado no mesmo ambiente do comando remoto implantados através de câmeras IP.

## 2.4 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA



#### 2.4.1 BASES DO DESENVOLVIMENTO

O sistema de comando remoto foi desenvolvido e baseado em uma arquitetura para atender as demandas das necessidades do comando remoto, primeiramente com um protótipo desenvolvido por um PIC16F668A e módulo Ethernet e relés de contato seco. Durante o desenvolvimento em virtude da necessidade de confecção de placa de circuito impresso a opção por utilizar tecnologia da Atmel e Shields que atendessem a robustez e a economia de investimento aliada ao uso da aplicação robusta de acionamento de equipamentos de infraestrutura esta solução mostrou-se eficiente a aplicação proposta (ver Fig. 3).

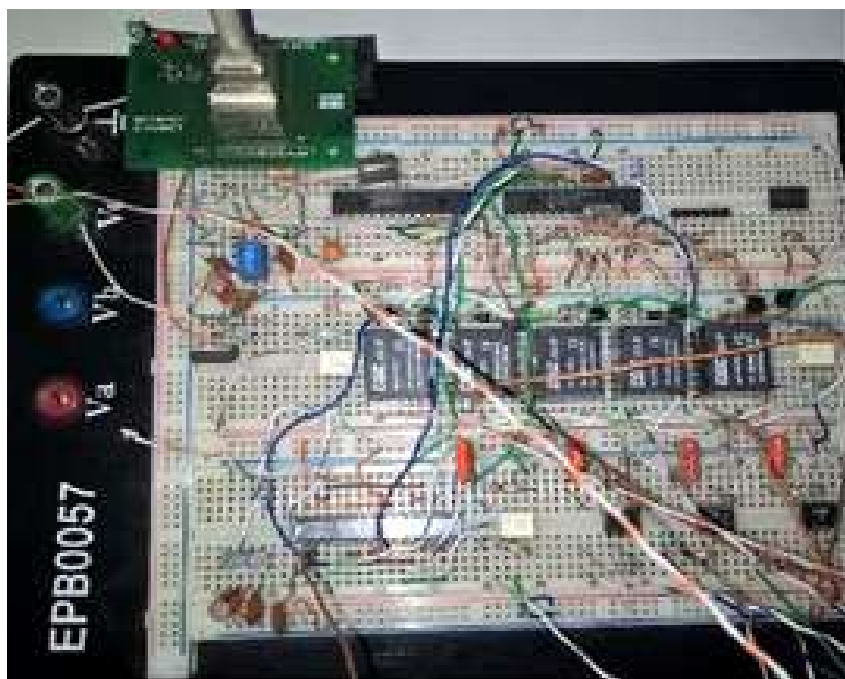


Fig. 3 – Protótipo do Módulo de Comando.

#### 2.4.2 DESENVOLVIMENTO

A partir de testes em campo optou-se pela implementação com Arduino UNO da Atmel com Shield Ethernet HR911105A e módulo de 8 Relés de contato seco (ver Fig. 4 a., 4b e 4c).



Fig. 4(a)

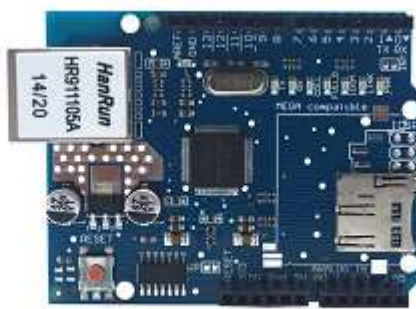


Fig. 4(b)



Fig. 4(c)

Fig. 4(a, b e c) – Arduino UNO e Shields Ethernet e Relés.

#### 2.4.3 MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE

Foi observado a necessidade de monitorar a temperatura e umidade das salas de telecomunicações para servirem de bases para o acionamento de centrais de ar-condicionado remotamente ou de forma autônoma para isso implementou-se o sensor DHT-22 e display de 16x2 com módulo i2c.

#### 2.4.4 PROTOTIPO DESENVOLVIDO

O sistema SCORE é composto do módulo de comando remoto por acesso TCP-IP e ModBus pela rede corporativa da Eletronorte a aquisição de dados de temperatura, umidade e estado de acionamento das estações é acessado através de servidor web ou sistema SCADA, para acesso via protocolo de comunicação. Disponibilizando tanto acesos via plataforma SAGE como acesso via Plataforma SIMME para Análise e Diagnóstico (ver Fig. 5). [5][9]



Fig. 5 – Protótipo.

#### 2.4.5 MONTAGEM EM CAMPO

O módulo completo que foi instalado em campo para integrar o quadro de QDCA - Quadro de Distribuição de CA onde se fez necessário uma derivação dos cabos de força para alimentação das centrais de ar condicionado através de contadoras por reles auxiliares do módulo de acionamento. (ver Fig. 6).



Fig. 6 – Quadro de Comando montado em campo.

#### 2.4.6 ACESSO AO SISTEMA

O sistema SCORE é composto de aplicação web que aciona o módulo de comando remoto por acesso TCP-IP e ModBus através de rede corporativa da Eletronorte a aquisição de dados de temperatura, umidade e estado de acionamento das estações é realizado através de servidor web ou sistema SCADA, para acesso via protocolo de comunicação. Disponibilizando tanto pela plataforma SAGE como também acesso via Plataforma SIMME para Análise e Diagnóstico

O serviço de acesso é parte integrante do sistema de monitoramento de infraestrutura de telecomunicações e disponibiliza para os usuários cadastrados as informações de infraestrutura e de todas as alterações de grandezas nas estações em um período 24(vinte e quatro) horas, eventos de ultrapassagem de alarmes e indisponibilidade do sistema de monitoramento. Com este serviço todos os colaboradores são informados continuamente inclusive fora dos dias uteis as condições das instalações. Com as informações recebidas no e-mail o colaborador de manutenção ou de plantão pode acessar a partir do e-mail uma página gráfica das grandezas monitoradas ou a plataformas de supervisão SAGE ou ainda a plataforma de monitoramento SIMME para embasar as tomadas de decisão (ver Fig. 7). [11][12][13]



CENTRO DE TECNOLOGIA  
DIVISÃO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO  
Sistema de Comando Remoto de Equipamentos - SCORE  
Usuário: Iváldo Lobato

Início Administração Sair

INSTALAÇÕES

	No.	Instalação	Equipamentos
Comandar	1	ER Taiá-d'Água	SPLIT B, SPLIT A, AR-01, AR-02, PARTIDA-GDG(1), RESERVA, RESERVA, RESERVA
Comandar	2	ER Extrema	CENTRAL A, CENTRAL B, SPLIT 01 SPLIT 02, RESERVA, RESERVA
Comandar	3	ER Grajaú	CENTRAL AR 01, CENTRAL AR 02, SPLIT 01, PARTIDA GDG-01, PARTIDA GDG-02, RESERVA
Comandar	4	SNV-1 - Rio Rondon	CENTRAL 01, CENTRAL 02, SPLIT 01, SPLIT 02, SPLIT 03, SPLIT 04, SPLIT 05, SPLIT 06, SPLIT 07, SPLIT 08, SPLIT 09, SPLIT 10, SPLIT 11, SPLIT 12, SPLIT 13, SPLIT 14, SPLIT 15, SPLIT 16, SPLIT 17, SPLIT 18, SPLIT 19, SPLIT 20, SPLIT 21, SPLIT 22, SPLIT 23, SPLIT 24, SPLIT 25, SPLIT 26, SPLIT 27, SPLIT 28, SPLIT 29, SPLIT 30, SPLIT 31, SPLIT 32, SPLIT 33, SPLIT 34, SPLIT 35, SPLIT 36, SPLIT 37, SPLIT 38, SPLIT 39, SPLIT 40, SPLIT 41, SPLIT 42, SPLIT 43, SPLIT 44, SPLIT 45, SPLIT 46, SPLIT 47, SPLIT 48, SPLIT 49, SPLIT 50, SPLIT 51, SPLIT 52, SPLIT 53, SPLIT 54, SPLIT 55, SPLIT 56, SPLIT 57, SPLIT 58, SPLIT 59, SPLIT 60, SPLIT 61, SPLIT 62, SPLIT 63, SPLIT 64, SPLIT 65, SPLIT 66, SPLIT 67, SPLIT 68, SPLIT 69, SPLIT 70, SPLIT 71, SPLIT 72, SPLIT 73, SPLIT 74, SPLIT 75, SPLIT 76, SPLIT 77, SPLIT 78, SPLIT 79, SPLIT 80, SPLIT 81, SPLIT 82, SPLIT 83, SPLIT 84, SPLIT 85, SPLIT 86, SPLIT 87, SPLIT 88, SPLIT 89, SPLIT 90, SPLIT 91, SPLIT 92, SPLIT 93, SPLIT 94, SPLIT 95, SPLIT 96, SPLIT 97, SPLIT 98, SPLIT 99, SPLIT 100
Comandar	7	Teste1	SPLIT -1, LUMINAÇÃO, SIRENE, GDG-01, RESERVA, RESERVA

Fig. 7 – Acesso ao Sistema web.

## 2.4.7 PLATAFORMA DE ACIONAMENTO REMOTO

Cada estação repetidora é selecionada na web que prove as telas de supervisão, alarmes e comando das instalações monitoradas, estas são selecionadas em tempo real. A equipe de operação de subestação ou Centro de Controle e manutenção acionam os comandos das unidades desassistidas e visualizam através do CFTV o acionamento do comando (ver Fig. 8). [9][10]

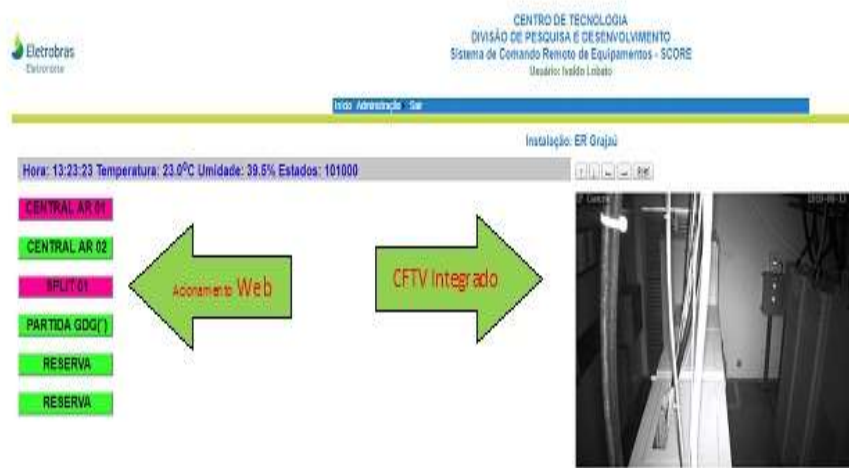


Fig. 8 – Acesso ao Sistema de Coando Remoto /CFTV Integrado.

#### 2.4.8 PLATAFORMA DE MONITORAMENTO

A infraestrutura montada do SCORE integra-se com a Plataforma SIMME e provê através do software cliente de análise, acessível em toda a rede Eletronorte, telas de supervisão, alarmes, ocorrências e gráficos, no domínio do tempo e da frequência, das instalações monitoradas e disponibilizam os recursos como: Relatórios, Gráficos, Tendências, Comparações. Para a equipe de engenharia de manutenção em tempo real com a possibilidade de desenvolvimento de ferramentas computacionais integrado para Diagnóstico e Prognóstico via plataforma de Banco de dados (ver Fig. 9). [7][8]

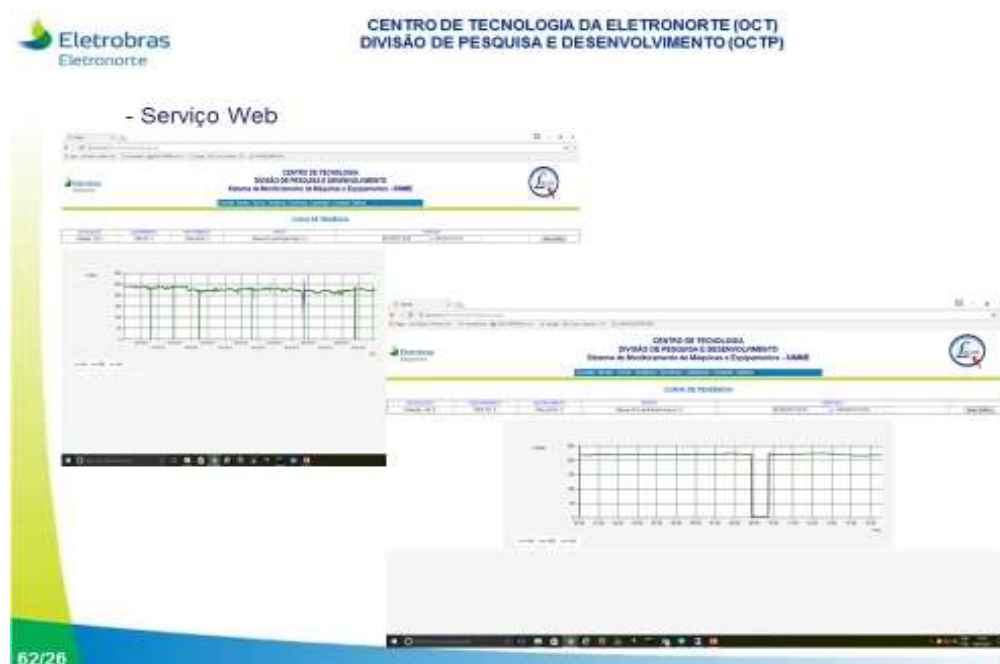


Fig. 9 – Plataforma de Monitoramento Integrado.

#### 3.0 - CONCLUSÃO

As ferramentas de comando remoto desenvolvidas pelo Centro de Tecnologia da Eletronorte e implantados nas estações repetidoras ópticas desassistidas se mostraram eficientes para o acesso em tempo real dos diversos equipamento que antes não eram integrados aos centros de operações-COR. Além desta objetivo o acionamento de Centrais de Ar condicionados com o controle de temperatura e umidade das salas de telecomunicações mostrou-se eficientes no controle destas e o planejamento destas pelas equipes de telecomunicações bem como o uso mais eficiente de seu funcionamento, a partidas de grupos diesel quando na falha de seus acionamentos por ação do operador das subestações distantes ou elos colaboradores em sobre aviso ou em ação de manutenção. O acesso gráfico via web facilita o diagnóstico das referidas ocorrências otimizando a atuação das equipes e matérias e recurso necessários para a atuação. O software cliente promove para a equipe de engenharia de manutenção os recursos necessários pós ocorrência através de gráficos e comparações para basear ações de manutenção preditiva. Com o recurso de acionamento remoto as contas de energia das estações alcançaram uma economia na ordem de 50% do consumo mostrando uma forma eficiente de economia na utilização das centrais, de suas manutenções e dos custos de energia. Com a possibilidade de seleção de centrais de ar condicionado no momento de defeito outra central pode ser acionada enquanto a equipe de manutenção pode deslocar-se ou mesmo planejar sua ação de atendimento. Com este ganho que com baixo custo e com o domínio da tecnologia da empresa a manutenção e a operação vem trabalhando para atuar na redução das perdas e evitar ocorrências que impactam na parcela variável e multas contratuais.

#### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ALVES, Marcos; VASCONCELLOS, Vagner. **Especificação de sistemas de monitoração on-line para transformadores de potência baseados em arquitetura descentralizadas.** Disponível em <<https://www.treetech.com.br/artigos>> acessado em 02 de mar. 2016.
  - (2) BERNARDES, Renan; AYELLO, Fernando. **SMQEE- Sistema de monitoramento da qualidade de energia elétrica.** Trabalho no. PCIC BR 2008 - 12.Campinas.
  - (3) FERNEDA, Edberto; **Fundamentos da arquitetura Cliente/Servidor.** Disponível em <[https://www.marilia.unesp.br/home/Instituicao/Docentes/EdbertoFerneda/fundamentos\\_da\\_arquitetura\\_cliente-servidor.pdf](https://www.marilia.unesp.br/home/Instituicao/Docentes/EdbertoFerneda/fundamentos_da_arquitetura_cliente-servidor.pdf)> acesso em 03/05/2016.
  - (4) 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.
  - (5) LIMA, José. **Monitoramento e diagnostico de estado de disjuntores de alta e extra tensão como técnica de manutenção preditiva.** 30/03/2004. Dissertação - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2004.
  - (6) LOBATO, Ivaldo. **Aplicação de inteligência computacional no processamento de alarmes em sistema elétricos de potência da subestação de Imperatriz.** 2006. Especialização- Universidade Federal do Pará – UFPA. Belém, 2006.
  - (7) SENA, Jose Adolfo da Silva (2016). **Sistema de monitoramento de máquinas e equipamentos SIMME – Manual do Usuário. Versão 2.0.** Belém. Eletrobrás Eletronorte
- Referência em Congresso:
- (8) SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELETRICA, 15, 1999, Paraná. **Sistema de monitoramento de equipamentos de subestações: Desenvolvimento e implantação.** São Paulo, 1999.
  - (9) SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELETRICA, 22, 2013, Brasília. **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.**
  - (10) Configurador do Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia –SAGE (MudBus) / CEPEL, 2000.
  - (11) Teach Yourself Visual J++ in 21 days – Patrick Winters et al – Sams net – 1996.
  - (12) Microsoft Visual Studio- Ultimate 2013, Version 12.0.21005.1 REL.
  - (13) Microsoft .NET Framework Version 4.5.51641, 2013.





**XXV SNPTEE**  
**SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E**  
**TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

10 a 13 de novembro de 2019  
Belo Horizonte - MG

4184  
GTL/06

## 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ivaldo Monteiro Lobato  
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A – ELETRONORTE  
Regional de Transmissão do Pará - Divisão de Laboratório Central  
Pós-graduado em Engenharia Elétrica  
Pós-graduado em Redes de Computadores  
Engenheiro Eletricista  
Matemático