GRUPO – XVI

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E GESTÃO CORPORATIVA - GEC

PROJETO DE EXTENSÃO TECNOLÓGICA PARA CAPACITAÇÃO DE OPERADORES DE USINAS DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA PARCERIA IFSC-ENEX O&M

Edison A. C. Aranha Neto(*) IFSC
Fabrício Y. K. Takigawa IFSC
Rubipiara C. Fernandes IFSC
José A. O. Baungratz ENEX O&M

RESUMO

Com a complexidade dos Sistemas Elétricos de Potência (SEP) aumentando cada vez mais, fica evidenciada a atuação dos operadores, responsáveis por manterem funcionando e restabelecerem com rapidez os SEPs no caso de contingências. Assim, operadores bem treinados e capacitados são fundamentais nos dias atuais. Entretanto, existe uma mão-de-obra especializada escassa no mercado e o treinamento de um operador pode ser um processo lento e custoso. Neste sentido, este artigo propõe o desenvolvimento de um ambiente web de simulação de contingências de usinas de energia elétrica para treinamento de operadores desenvolvido a partir das telas reais do Centro de Operação.

PALAVRAS-CHAVE

Contingências, Operação, Simulador, Treinamento, Usinas de Energia Elétrica

1.0 - INTRODUÇÃO

Diversos fatores, como por exemplo o econômico e o de planejamento, tornaram os Sistemas Elétricos de Potência (SEPs) cada vez mais operados perto de seus limites físicos. De outro lado, a operação contínua dos SEPs torna-se cada vez mais complexa, uma vez que a operação de SEPs apresenta um alto grau de complexidade intrínseca envolvendo incertezas e um grande número de variáveis (1). A responsabilidade da manutenção da operação contínua dos SEPs recai quase que na totalidade aos operadores. Assim, os operadores necessitam ter a capacidade para responder de maneira rápida e correta sob todas as possíveis condições dos SEPs. Dessa maneira, é evidente que para o bom funcionamento dos SEPs e das empresas de energia elétrica, a capacitação e a atualização continuada dos operadores torna-se fundamental.

A evolução tecnológica dos sistemas de controle e proteção proporciona melhorias na segurança e na confiabilidade dos SEPs. Em contrapartida, para acompanhar a velocidade dessas mudanças, as empresas de energia elétrica necessitam de profissionais cada vez mais qualificados. No entanto, na conjuntura atual, as empresas se deparam com a falta de mão-de-obra técnica e com a dificuldade de liberação de pessoal para participar de treinamentos. Tal cenário exige a busca de soluções de capacitação e formação continuada que possam atender a tais demandas de forma a garantir a qualidade do processo (2).

No setor elétrico, os problemas habituais necessitam de diagnósticos e soluções em tempo real. Tais problemas podem auferir significativos benefícios com o uso de ambientes de capacitação. Esses ambientes representam ainda um grande desafio tecnológico, pois cada usina representa um problema específico e dificilmente possuem comportamentos idênticos (3).

(*) Av. Mauro Ramos, n° 950 – IFSC-Campus Florianópolis – DAE – CEP 88.020-300 – Florianópolis, SC – Brasil
Tel: (+55 48) 3221-0576 – Fax: (+55 48) 3221-0570 – Email: earanha@ifsc.edu.br

Na operação em tempo real de uma usina, o operador deve ter o conhecimento pleno e o domínio da situação para cada possível contingência. Neste sentido, o mesmo tem que interpretar um grande conjunto de dados, para realizar tomadas de decisão que visam normalizar a operação da usina após uma contingência (análise *post mortem*). Essa normalização deve ser efetuada de maneira eficiente para identificar a causa da falha e recompor a operação da usina rapidamente. A impossibilidade humana de analisar tantos dados em tão pouco tempo leva os operadores a tomarem decisões instintivas. Essa característica, intrínseca à operação de usinas, tem consequências importantes, tornando cara e lenta a capacitação de novos operadores e aumentando ainda mais a dificuldade em formar mão-de-obra especializada (4).

Apesar da complexidade e do grau de risco inerente à operação das usinas, o treinamento de um novo operador costuma ser realizado por meio de documentos normativos (5), aulas teóricas e pelo acompanhamento de operadores experientes na operação, sendo a experiência prática somente obtida com o tempo (3). Este procedimento é frágil e incompleto, pois é impossível realizar testes ou simular operações na própria usina, o que resulta no fato de um operador ser treinado por vários anos sem vivenciar diversas ocorrências graves no sistema elétrico.

Uma das soluções possíveis para preencher essa lacuna na formação e capacitação dos operadores é por meio da utilização de simuladores. Diversas empresas adotam essa prática, como apontado em (6-8).

O presente artigo propõe o desenvolvimento de uma plataforma que emula o ambiente de operação de Usinas Hidrelétricas (UHEs) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e simula contingências em que o operador deve realizar as manobras corretas para a normalização do sistema. Caso o operador faça alguma manobra equivocada, o sistema interrompe a simulação e informa ao operador o seu erro e a sequência correta do procedimento operativo. O propósito principal é oferecer uma situação real de contingência em que não ocorram perdas reais, tanto de equipamentos, quanto financeiras. A utilização de um ambiente computacional que auxilie o treinamento aumenta o grau de aprendizagem, reduz custos e, principalmente, melhora os aspectos de segurança inerentes.

Este trabalho é resultado de uma parceria entre o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e a empresa ENEX O&M por meio de um projeto de extensão tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

2.0 - ENEX O&M

No ano de 2006 foi criada a ENEX O&M, com a propósito de estabelecer prestações de serviços na área de operação e manutenção de usinas e de subestações de energia elétrica. Pertencente à DESENVIX, companhia dedicada ao desenvolvimento, à implantação e à operação de ativos de geração, conta com o suporte técnico e operacional do Grupo Engevix e da norueguesa Statkraft, e com a solidez da Fundação dos Economiários Federais (FUNCEF), conforme Figura 1 (9).

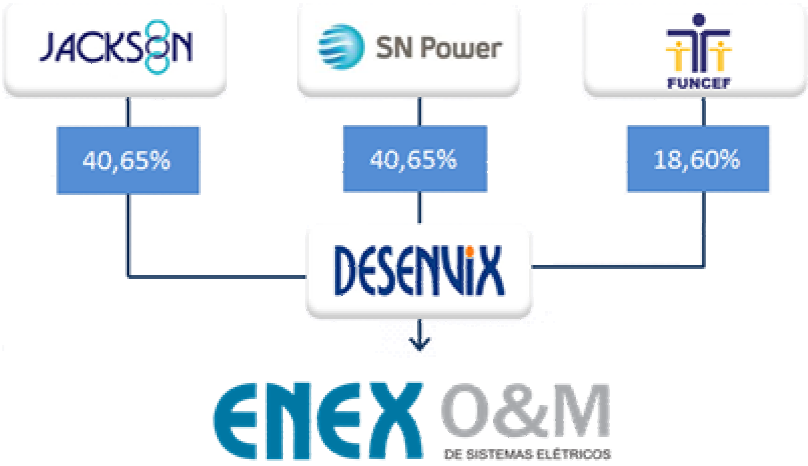

FIGURA 1 – ENEX O&M e parcerias. Adaptado de (9).

Atualmente, opera e mantém cerca de 1,2 GW instalados em mais de 50 plantas, localizadas em diversas regiões brasileiras (9), como pode ser observado na Figura 2 (10). A ENEX oferece gestão e engenharia de O&M, operação local ou remota de usinas, além de manutenções preventivas, preditivas e corretivas emergenciais. Por meio do Centro de Operações (COS) a companhia controla remotamente, 24 horas por dia, ativos de geração e transmissão, com o suporte de equipes localizadas próximas às plantas.

FIGURA 2 – Áreas de atuação da ENEX. Adaptado de (10).

A ENEX O&M tem como objetivo principal operar e manter usinas, subestações e linhas de transmissão, com qualidade e segurança, buscando o maior retorno financeiro para seus clientes e para a própria empresa. Desta maneira, a empresa procura sempre profissionais que tenham comprometimento com a organização em que trabalham e que busquem constantemente uma evolução pessoal e profissional. Atualmente, o conhecimento é uma necessidade constante para qualquer profissional e a qualidade deixou de ser um diferencial para ser um pré-requisito.

Neste sentido, um dos propósitos principais da parceria do IFSC com a ENEX O&M é suprir o conhecimento e a qualidade do serviço por meio da capacitação dos operadores de usinas de energia elétrica. A capacitação busca o aumento da qualidade e da produtividade das tarefas realizadas na operação de usinas, acompanhando a moderna tecnologia de digitalização dos sistemas de supervisão e controle dessas usinas. A proposta do projeto de extensão tecnológica foi a construção de um ambiente de simulação para operação de usinas. Esse ambiente tem como objetivo servir de instrumento de ensino e de treinamento para os operadores do Centro de Operação do Sistema (COS).

Como usina piloto para o desenvolvimento do ambiente de simulação de contingências de UHEs e PCHs, foi selecionada a UHE Monjolinho, ilustrada na Figura 3 (10), com potência instalada de 74 MW. A usina está localizada no rio Passo Fundo, entre os municípios de Nonoai e Faxinalzinho, cujo reservatório abrange também os municípios de Benjamin Constant do Sul e Entre Rios do Sul, no norte do Rio Grande do Sul. A UHE possui 2 unidades geradoras (UG01 e UG02) e está conectada na Subestação Passo Fundo (SE-PFU).

FIGURA 3 – Usina Hidrelétrica Monjolinho (10).

3.0 - SISTEMA DESENVOLVIDO

O sistema desenvolvido busca mostrar o comportamento das grandezas elétricas, como tensão, corrente, potência ativa e reativa, entre outras; apresentando o status dos equipamentos (por exemplo, abertura/fechamento de disjuntores e seccionadoras) em condições normais e anormais (por exemplo, quando ocorre abertura de linha de transmissão, na conexão da usina). O propósito é oferecer uma situação real de contingência em que não ocorram perdas reais, tanto de equipamentos quanto financeiras.

3.1 Linguagem Computacional

Uma das premissas para o desenvolvimento do sistema foi que se utilizasse alguma linguagem acessível e de fácil implementação e que não dependesse de nenhum ambiente proprietário. Sendo assim, o sistema foi todo desenvolvido em ambiente web, utilizando linguagem HTML, linguagem de estilos CSS e programação em *JavaScript* com a utilização do *framework* JQuery.

Foi concebido a partir das telas reais do sistema supervisório do Centro de Operação do Sistema da ENEX O&M, para que houvesse uma representação fidedigna das mesmas. As contingências simuladas devem ser resolvidas pelo operador em tempo real e em caso de insucesso, o sistema fornece informações suficientes para que o mesmo erro não seja repetido.

3.2 Contingências Simuladas

Como estudo de caso no projeto piloto foram definidas 2 contingências a serem simuladas. As contingências definidas pelos operadores da ENEX O&M foram:

- Reestabelecimento da LT de 138kV que conecta a UHE à SE-PFU (Contingência 1); e
- Reestabelecimento da UG02 após desligamento automático (Contingência 2).

3.2.1. Contingência 1

A primeira contingência simulada descreve o processo operativo para o reestabelecimento da LT de 138kV da SE Passo Fundo, após a mesma sofrer desligamento automático ocorrido por proteções não impeditivas.

Inicialmente a LT de 138kV está energizada e as unidades geradoras UG01 e UG02 estão conectadas no SIN com 37,12 MW cada, conforme pode ser observado na Figura 4.

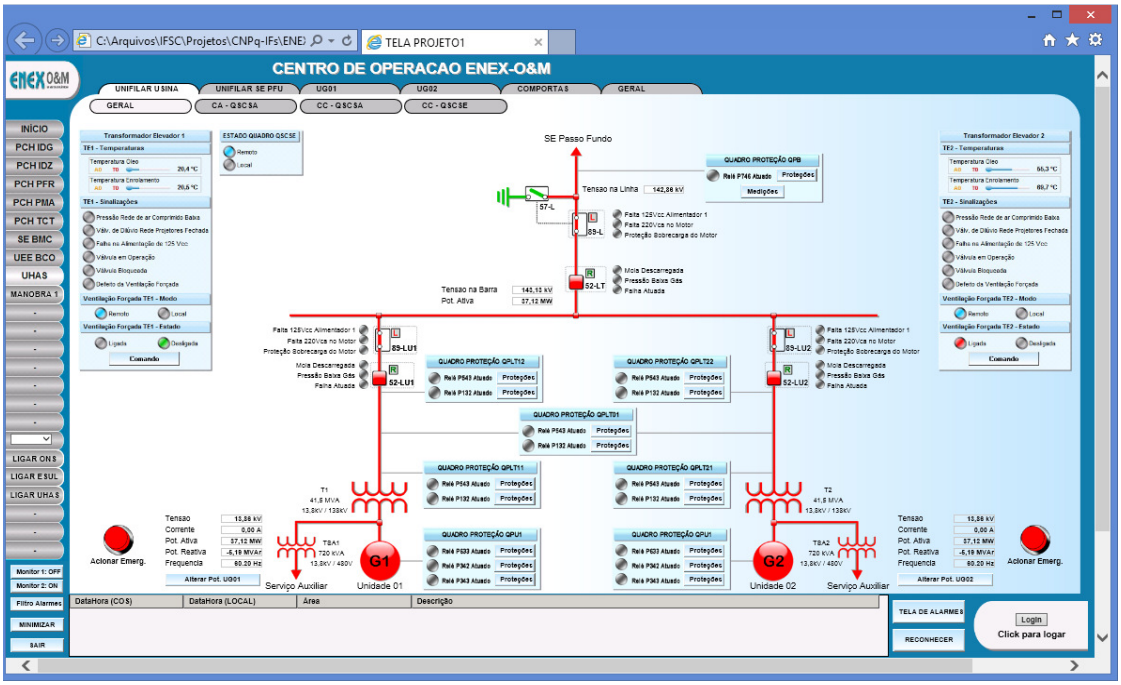

FIGURA 4 – LT de 138kV energizada e unidades UG01 e UG02 operando com 37,12MW cada.

Ocorre então o desligamento automático da LT de 138kV, ilustrado na Figura 5, por meio da abertura dos DJs: Disjuntor 52L (DJ 532 SE-PFU), Disjuntor 52LT, Disjuntor 52LU1 e Disjuntor 52LU2.

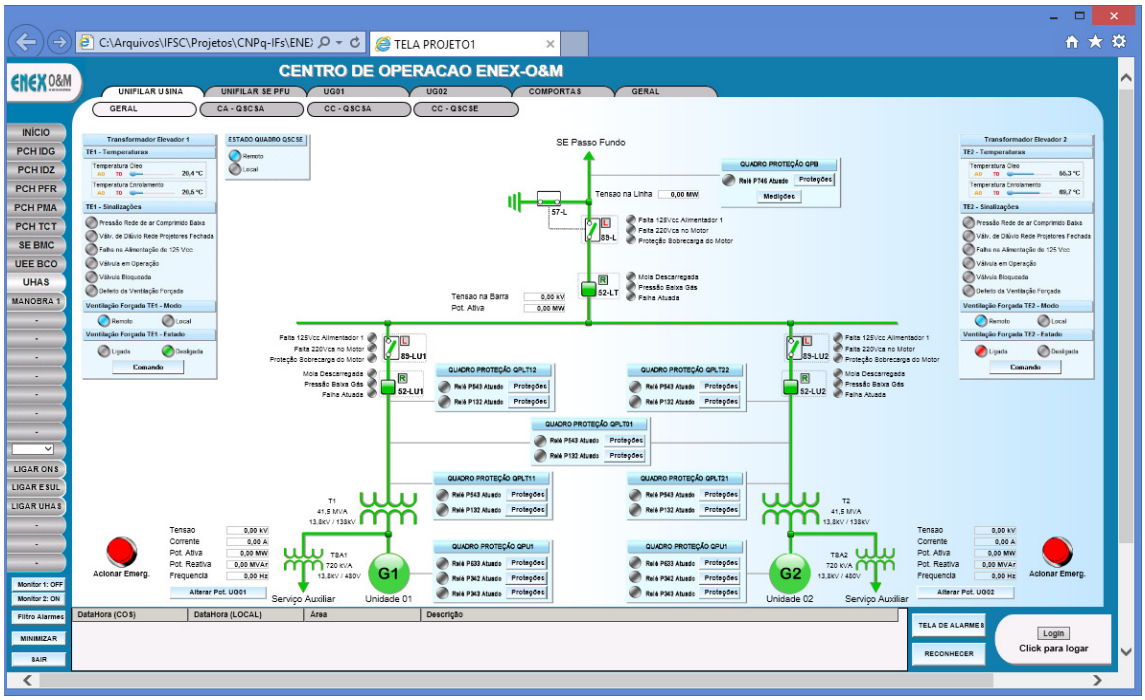

FIGURA 5 – Desligamento automático da LT de 138kV por meio da abertura dos Disjuntores: 52L (532 SE-PFU), 52LT, 52LU1 e 52LU2.

A partir deste momento, o operador deverá realizar o procedimento operativo correto para o reestabelecimento da LT de 138kV que conecta a UHE à SE PFU, sempre informando o andamento da operação aos órgãos necessários quando for pertinente (ONS, ELETROSUL e/ou a própria UHE).

3.2.2. Contingência 2

A segunda contingência consiste em reestabelecer a UG02, após desligamento automático da mesma.

Inicialmente, adota-se a configuração operacional do sistema idêntica à ilustrada na Figura 4, ou seja, com a LT de 138kV energizada e as unidades UG01 e UG02 operando com 37,12 MW cada. Ocorre então o desligamento automático da UG02 por meio da abertura do Disjuntor 52LU2, como pode ser observado na Figura 6.

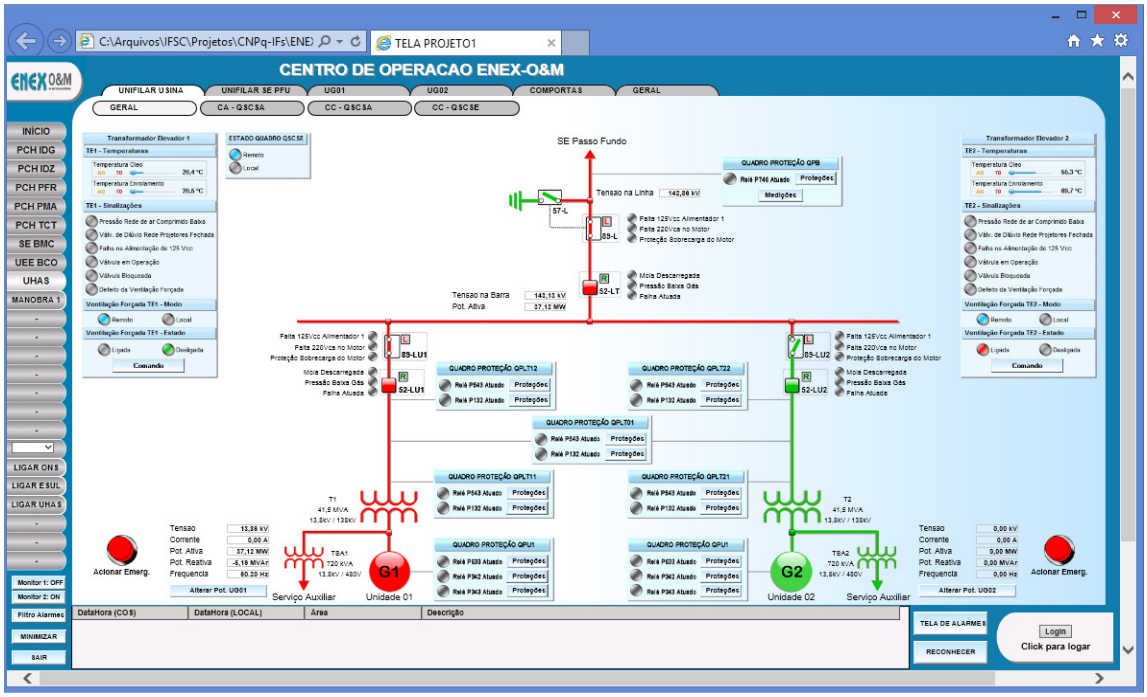

FIGURA 6 – Desligamento automático da UG02 por meio da abertura do Disjuntor 52LU2.

A partir deste momento, o operador deverá realizar os passos corretos para a normalização do sistema (reestabelecimento da UG02), sempre informando o andamento da operação aos órgãos necessários quando pertinente (ONS, ELETROSUL e/ou própria UHE).

4.0 - CONCLUSÃO

A utilização do ambiente de simulação de contingências apresentado neste trabalho trará inúmeras vantagens, dentre as quais destacam-se: diminuição de custos e do número de horas de treinamento devido à possibilidade da realização dos treinamentos nos locais de trabalho; rápido aprendizado dos conceitos e instruções de operação obtidos de operadores experientes, possibilitando um acúmulo de experiências em um curto período de tempo; aumento da autoconfiança do operador no ambiente da sala de controle do sistema de supervisão; apoio às situações abrangentes, com resgate de situações críticas que ocorreram no passado e que, por serem esporádicas, não acontecem com a frequência necessária ao aprendizado do operador durante o período de capacitação; apoio à condução de ações para o controle do sistema em situações normais, de urgência e emergência, bem como para a elaboração de manobras; reciclagem eficiente do conhecimento dos operadores mais experientes, permitindo apoiar procedimentos operativos; e apoio à decisão de novos procedimentos operativos elaborados a partir de alterações no sistema elétrico, que podem ser periodicamente inseridas na plataforma.

Vale ressaltar que além da representação fidedigna das telas reais do sistema supervisório do centro de operação da ENEX O&M, a plataforma permite que sejam inseridos novos treinamentos demandados e/ou novos procedimentos operativos elaborados a partir de alterações e/ou inovações tecnológicas no sistema elétrico.

Para o IFSC também houve diversos benefícios, como: envolvimento de diversos alunos do curso de engenharia elétrica e do curso técnico integrado em eletrotécnica gerando crescimento profissional e contato com áreas futuras de trabalho, interação dos discentes com profissionais da área, melhoria da infraestrutura do laboratório de pesquisa, utilização do sistema desenvolvido como forma didática para exemplificar o funcionamento e a operação de uma usina hidrelétrica nas aulas relacionadas com o tema e divulgação do nome da instituição possibilitando desenvolvimentos futuros em diversos setores.

5.0 - AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento do projeto de extensão tecnológica e à empresa ENEX O&M pela parceria neste projeto, em especial para Renata N. Manicardi pelo apoio. Agradecimentos também aos alunos do IFSC que fazem parte do projeto: Iasmin Coelho, Murilo Rubik, Pedro Henrique Schulze, Otávio G. Mafra e Renato Somer e ao responsável pelo desenvolvimento computacional Joelder M. Arcaro.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) LEITE, C.R.R., OLIVEIRA, J.J.R. Implantação de um Simulador para Treinamento de Operadores da CHESF Integrado ao Sistema SAGE. III Citenel. Florianópolis, 2005.

(2) BARROSO, G.C., SAMPAIO, R.F., SOARES, J.M., BEZERRA, H., LEÃO, R.P.S., MEDEIROS, E.B. Desenvolvimento de Sistema de Treinamento em Proteção de Sistemas Elétricos em Ambiente Virtual de Aprendizagem. IV Citenel. Araxá, 2007.

(3) FERNANDES, R.C., ARANHA NETO, E.A.C., TAKIGAWA, F.Y.K., SILVEIRA, J., BAUNGRATZ, J.A.O., MARTINS, F., ARCARO, J.M. Sistema de Apoio à Operação de PCHs. CIDEL 2014, Buenos Aires, Argentina, 2014.

(4) MADAN, S., SON, W., BOLLINGER, E.E. Applications of Data Mining for Power Systems. Conference on Electrical and Computer Engineering, Vol. 2, 25-28, pp. 403-406, 1997.

(5) ENEX O&M. Módulo 7 - Características e Atividades do Operador. Manual de Treinamento e Capacitação. Florianópolis, 2012.

(6) PAUCAR, V.L. Desenvolvimento de Software Inteligente para Treinamento de Operadores e Pessoal de Manutenção. III Citenel. Florianópolis, 2005.

(7) ASSIS NETO, J.Q. Unidade Geradora Virtual para Treinamento de Operadores e Auxílio à Manutenção. XVIII SNPTEE. Curitiba, 2005.

(8) MACHADO FILHO, P.R., REICHEL, A. G., NAKAHATA, M. T., GOMES, F. Desenvolvimento de Sistema Automático Especialista Orientado ao Treinamento da Operação e Manutenção de Equipamentos e Dispositivos da Rede Elétrica. II Citenel. Salvador, 2003.

(9) ENEX O&M. Disponível em: <http://www.enex-om.com.br/>. Acesso em: 05 de mar. de 2015.

(10) DESENVIX. Disponível em: <http://www.desenvix.com.br/>. Acesso em: 26 de fev. de 2015.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Edison A. C. Aranha Neto nascido em São Paulo/SP (1980) possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná (Curitiba, 2004) e mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica na área de Sistemas de Energia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, 2006 e 2012). É professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e pesquisador voluntário do Laboratório de Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica (LabPlan/UFSC). Tem experiência na área de Sistemas de Energia Elétrica atuando principalmente nos temas: Comercialização, Confiabilidade, Metodologia Multicritério, Perdas e Qualidade da Energia Elétrica.