

Grupo de Estudo de Proteção, Medição, Controle e Automação em Sistemas de Potência-GPC

PROCESSO DE ANÁLISE DE PERTURBAÇÃO DE VULTO NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL - CASO EXEMPLO

DENISE BORGES DE OLIVEIRA(1); TATIANA MARIA TAVARES DE SOUZA ALVES(2); ALEXANDRE ANDRADE TORRES(3); ANTÔNIO CARLOS DA ROCHA DUARTE(4); SUELAINÉ DOS SANTOS DINIZ(5) ONS(1); ONS(2); ONS(3); ONS(4); ONS(5)

RESUMO

Este trabalho apresenta o processo de elaboração do Relatório de Análise de Perturbações – RAP, conduzido pelo ONS, que documenta as análises das perturbações de vulto ocorridas no Sistema Interligado Nacional - SIN, utilizando como exemplo uma ocorrência em que a abertura de diversas linhas de transmissão isolaram o Norte/Nordeste do restante do SIN, provocando um colapso no fornecimento de energia a estas regiões, com reflexos para o Sudeste/Centro-Oeste e Sul. Serão apresentadas as etapas envolvidas no processo, desde a identificação da perturbação, levantamento dos agentes envolvidos, simulações e ferramentas de análise utilizadas, até a emissão do relatório final com as conclusões e providências.

PALAVRAS-CHAVE

Perturbações, análises, proteção, RAP, SIN.

1.0 - INTRODUÇÃO

O sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. A capacidade instalada de geração do SIN é composta, principalmente, por usinas hidrelétricas, sendo que nos últimos anos, a instalação de usinas eólicas, principalmente nas regiões Nordeste e Sul, apresentou um forte crescimento. As usinas térmicas, em geral localizadas nas proximidades dos principais centros de carga, desempenham papel estratégico relevante, pois contribuem para a segurança do SIN.

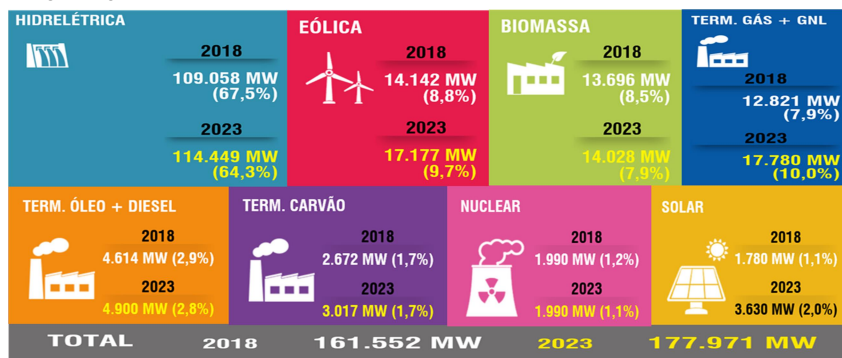


FIGURA 1 – Capacidade instalada no SIN – 2018/2023 (Fonte: PMO- janeiro 2019).

Apenas 1% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região Norte.

O Operador Nacional do Sistema - ONS é responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no SIN, sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Uma de suas atribuições é operar e manter o SIN de maneira eficiente e otimizada, desenvolvendo e aprimorando metodologias, critérios, requisitos, recursos e procedimentos para ampliar a segurança, minimizando o risco de perturbações de grande impacto provocadas por atuações indevidas e possíveis descoordenações dos sistemas de proteção. Deste modo, diretamente relacionados aos aspectos de segurança do SIN, são desenvolvidos os processos e atividades referentes às análises das perturbações, com a investigação de suas causas e determinação de medidas preventivas e corretivas para evitar reincidências. O fruto destas análises de perturbações de vulto para o SIN, compõem o Relatório de Análise de Perturbações – RAP, cujas diretrizes básicas, metodologia, sistemática e responsabilidades para sua realização estão descritas em um documento específico, denominado Submódulo 22.3 – Análise de Perturbações dos Procedimentos de Rede.

O RAP é elaborado pelo ONS em conjunto com os agentes envolvidos na perturbação a partir das informações fornecidas, tais como sequenciais de eventos, oscilografias, etc. No referido relatório, podem ser geradas recomendações e providências a serem tomadas pelos agentes e/ou ONS, visando evitar a reincidência do problema que causou a perturbação e de outras anormalidades verificadas. O RAP é disponibilizado para a ANEEL, Ministério das Minas e Energia – MME e para todos os agentes de operação.

2.0 – ETAPAS DA ELABORAÇÃO DO RAP

O processo se inicia após a identificação da severidade da perturbação, quando é então emitida, a partir da análise preliminar do Operador, uma nota para mídia no site do ONS, caso a perturbação seja de maior vulto, para esclarecimentos à população. O ONS, utilizando suas ferramentas de apoio à análise, tais como sistema supervisorio, oscilografias enviadas pelos agentes referentes ao distúrbio, e dados da rede de PMU (*Phasor Measurement Unit*) do ONS, prepara uma análise preliminar resumida com a visão do operador sobre o ocorrido. Em seguida, o ONS convoca a reunião de análise com a participação dos agentes de operação envolvidos na perturbação, a ANEEL e o MME. A análise da perturbação é executada pelo ONS e pelos agentes de operação envolvidos, onde são levados em conta aspectos relativos as causas e origem da perturbação, desempenho dos sistemas de proteção e controle, desempenho dinâmico do sistema, além da avaliação do processo de operação em tempo real e avaliação da recomposição do SIN.

O detalhamento das etapas realizadas pela equipe de análise de proteção e controle para a elaboração do RAP é mostrada a seguir, juntamente com um resumo das principais ferramentas de análise utilizadas.

2.1 Coleta de Dados

As informações necessárias para iniciar a análise da perturbação são a sequência dos desligamentos, as proteções atuadas, as oscilografias dos equipamentos e a apuração do impacto da ocorrência no SIN, verificando, por exemplo, frequências e tensões observadas nas principais barras envolvidas por meio de informações coletadas do sistema de medição sincronizada de fasores. Para isto são utilizadas as seguintes ferramentas:

CEUS - Corporate and External User System: trata-se de um sistema que reflete uma cópia do Tempo Real, para que a corporação possa ter a mesma visão que o operador possui sem gerar impacto de disponibilidade e performance no sistema de tempo real. Durante a análise da perturbação, os analistas do ONS fazem uso da base de dados do CEUS para realizar o *replay* de toda a perturbação e da informação que o operador teve durante o evento, incluindo pontos analógicos, pontos digitais, SOE (*Sequence of Events*) e eventuais falhas de supervisão.

SPERT – Sistema de Análise de Perturbações: este sistema foi concebido para integrar o conjunto de ferramentas computacionais do ONS voltados à análise de perturbações, agregando informações obtidas da análise de arquivos provenientes de Registradores Digitais de Perturbações (RDPs). O SPERT é o sistema responsável pelo recebimento e diagnóstico de análise dos arquivos de oscilografias transmitidos pelos agentes e tem por finalidade proporcionar uma análise das perturbações mais integrada entre os agentes e o ONS, garantindo uma maior qualidade aos RAP e às Sínteses Semanais de Perturbações, instrumentos cada vez mais consolidados perante o Setor Elétrico e seus Órgãos correlacionados.

MEDPLOT – Sistema de Medição Sincronizada de Fasores do SIN, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, utiliza tecnologia de medição fasorial para registro de distúrbios e operação em tempo real. Atualmente, esta ferramenta tem sido amplamente utilizada no apoio à análise de ocorrências (pós-operação) e à operação em tempo real, com dados fasoriais de 25 PMU (*Phasor Measurement Unit*), instaladas na baixa tensão, em diversas universidades no Brasil, assim como medições fasoriais instaladas na alta tensão de diversos agentes de transmissão.

2.2 Análise das oscilografias e dados de *Intelligent Electronic Device* - IED

São verificadas nas oscilografias o tipo de falta e as fases envolvidas, as informações analógicas e digitais, a identificação das proteções atuadas e seu tempo de atuação, ocorrências de subtensões/sobretensões e oscilações de potência, entre outras. A principal ferramenta utilizada para este fim, é o Sistema Integrado de Apoio à Análise de Perturbações - SINAPE. O **SINAPE** (versão *stand-alone*), desenvolvido pelo CEPEL, é o software utilizado pelo ONS para visualização e manipulação dos registros de oscilografia recebidos pelos agentes, incluindo novas funcionalidades de plotagem das características de operação no diagrama RX dos relés de distância e perda de sincronismo.

Caso seja requerida alguma simulação de curto-circuito para verificação de ajustes, é utilizado o Sistema de Análise de Falhas Simultâneas - ANAFAS. O **ANAFAS** é um programa computacional para cálculo de curtos-circuitos com grande flexibilidade para a especificação de faltas, envolvendo quaisquer fases, faltas sólidas ou através de impedâncias, simples ou simultâneas, com ou sem carregamento pré-falta, também desenvolvido pelo CEPEL.

Outras informações sobre a perturbação também são obtidas por meio do Sistema Integrado de Cadastramento de Perturbações - SIPER. O **SIPER** é um sistema do ONS responsável pelo cadastro das perturbações (desligamentos automáticos ou em emergência de equipamentos envolvidos na perturbação, atuação das proteções / religamento automático / Sistema Especial de Proteção - SEP, classificação estatística) para análise do comportamento do sistema e das proteções, e onde os agentes registram suas informações relacionadas a perturbação (descrição e análise da proteção).

Nesta etapa, também é comum a utilização de softwares de fabricantes dos IED de proteção, visando um completo entendimento do desempenho dos sistemas de proteção.

No processo de análise também são utilizados dados obtidos das unidades de medição fasorial (PMU), através do **MedPlot**, para análise dinâmica do sistema.

2.3 Providências e recomendações

Depois de construída a sequência dos desligamentos ocorridos, efetuada a análise de desempenho dos sistemas de proteção e controle, realizada a avaliação do comportamento dinâmico do sistema frente ao distúrbio e reproduzido o processo de recomposição do sistema, o RAP é finalizado, inserindo, se necessário, recomendações e providências para que sejam evitadas reincidências dos problemas observados, com prazos para atendimento conforme cadastrado no Sistema de Gestão de Recomendações - **SGR**.

3.0 CASO EXEMPLO

Será utilizado como exemplo deste processo, a perturbação de vulto ocorrida em 21 de março de 2018 às 15h48min, envolvendo a SE Xingu, afetando Sudeste, Centro Oeste, Norte, Nordeste e Sul.

Esta perturbação teve início durante o processo de rampeamento do fluxo no Bipolo do Elo CC Xingu – Estreito de 2000 MW para 4000 MW, quando houve o desligamento do disjuntor de interligação de barras de 500 kV da SE Xingu, por atuação incorreta da proteção de sobrecorrente a ele associada, provocando o isolamento e consequente bloqueio do Elo CC Xingu/Estreito, após a a desenergização das Barras de 500 kV. Após a perda do Bipolo, houve recusa do SEP que comanda o desligamento de unidades geradoras na UHE Belo Monte, devido a não identificação dessa condição pelo mesmo. Portanto, toda a potência gerada nesta UHE foi injetada no SIN, sendo a maior parte pela interligação Norte/Sudeste, iniciando o processo de perda de estabilidade. Verificou-se a perda de sincronismo entre os subsistemas Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste/Sul, os quais foram separados por meio de suas proteções de distância e/ou proteções de Perda de Sincronismo - PPS.

A configuração da área antes da perturbação e a SE Xingú, onde teve início a ocorrência, são mostrados abaixo.

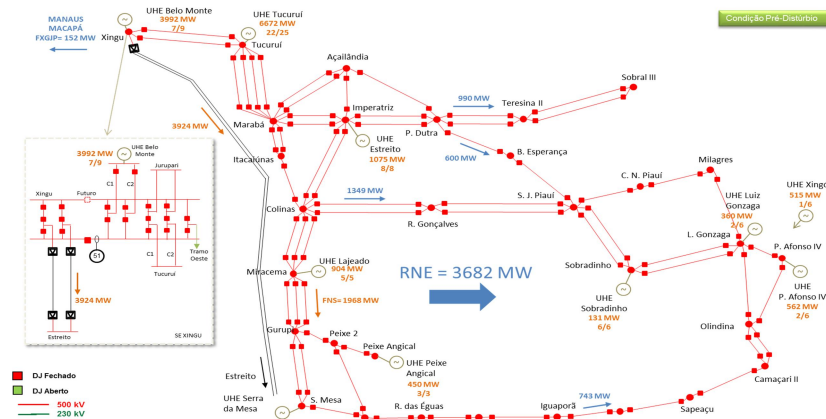


FIGURA 2 – Configuração Pré-falta.

Nesta perturbação foram envolvidos 35 agentes, sendo 7 de transmissão, 13 de distribuição e 15 de geração.

A análise tem início com a verificação do sequencial de eventos (SOE), no CEUS, e na coleta das oscilografias pelo SPERT. Através do SPERT podem ser filtradas apenas as oscilografias associadas ao evento, em ordem cronológica de disparo dos oscilógrafos, já com uma visualização de uma análise automática do evento, com indicação de quais equipamentos foram desligados e onde houve apenas partida de oscilografia. Essa funcionalidade é de grande valia numa grande perturbação, pois é possível ter uma noção de sua abrangência e provável origem do evento.

Para uma visão do volume de informações coletadas, onde houve 171 subestações envolvidas na análise, temos:

Nas figuras abaixo são mostradas, a visão de todos os registros recebidos pelo SPERT por Agente, e a visão do SOE e do Replay obtidos no CEUS :

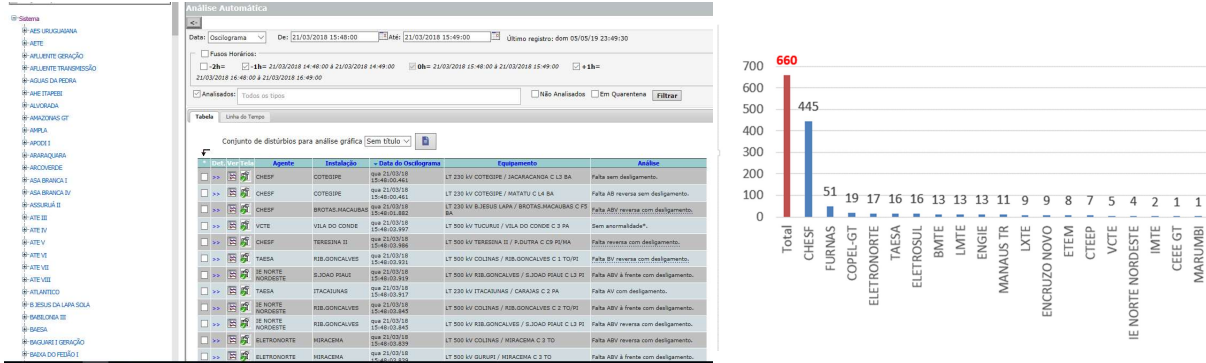


FIGURA 3 – Tela do SPERT e Nº de registros de oscilografias por Agente

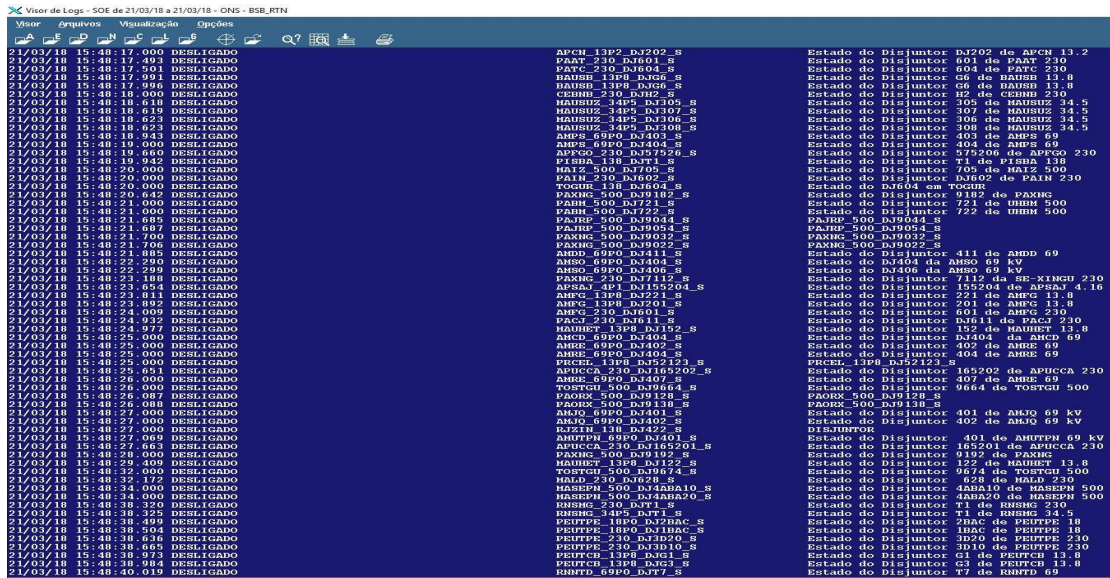


FIGURA 4 – Tela do Visor de Log do CEUS onde é verificado o sequencial de eventos.

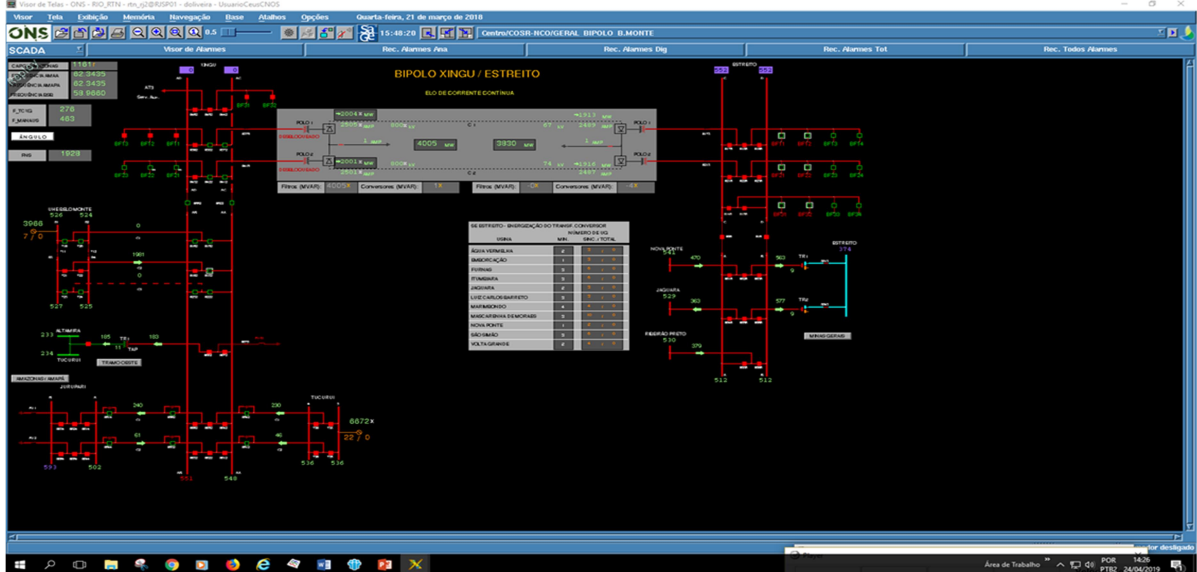


FIGURA 5 – Tela do *REPLAY* (CEUS) onde é possível visualizar a sequência de desligamentos na SE Xingú.

Já com a cronologia do evento, verificada a partir do SOE e das telas de *REPLAY* (CEUS), foi dado o início à análise no SINAPE das oscilografias recebidas pelo SPERT, onde foi possível verificar o início do evento com a abertura do disjuntor interligador de barras de 500 kV da SE Xingu e a desconexão do Bipolo 1 do Elo CC Xingu – Estreito. Com o bloqueio do Bipolo 1, sem a atuação do SEP de corte de geração na UHE Belo Monte, o excedente da potência gerada no subsistema Norte resultou na aceleração dos rotores das unidades geradoras deste subsistema e, conseqüentemente, instabilidade angular em relação ao restante do SIN. Este fenômeno pode ser verificado através do escorregamento de frequência entre os sistemas observado no gráfico obtido no MedPlot (PMU).

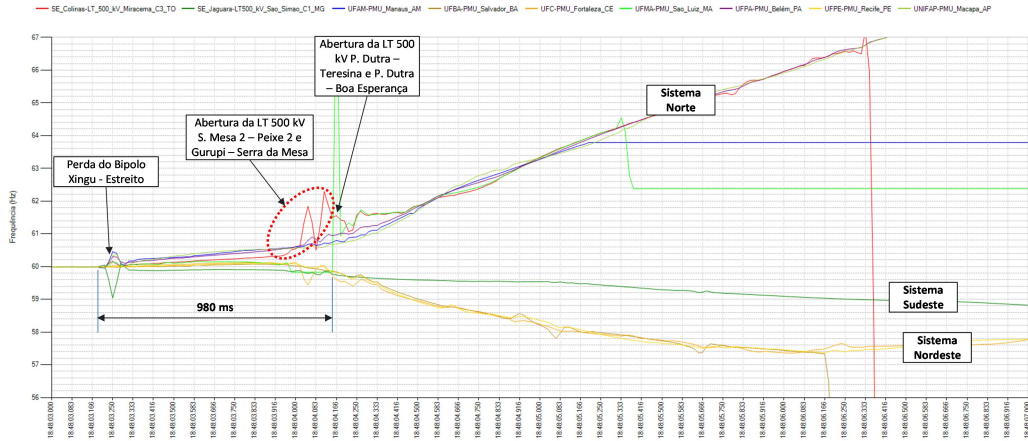


FIGURA 6 – Diagrama de frequências medidas na PMU (MedPlot)

A partir da análise das oscilografias do evento, observa-se uma oscilação de potência com tendência de formação de centro elétrico na Interligação Norte/Sudeste, vindo a atuar a função de Perda de Sincronismo (PPS) da LT 500 kV Serra da Mesa 2/Peixe 2, cuja característica é mostrada abaixo.

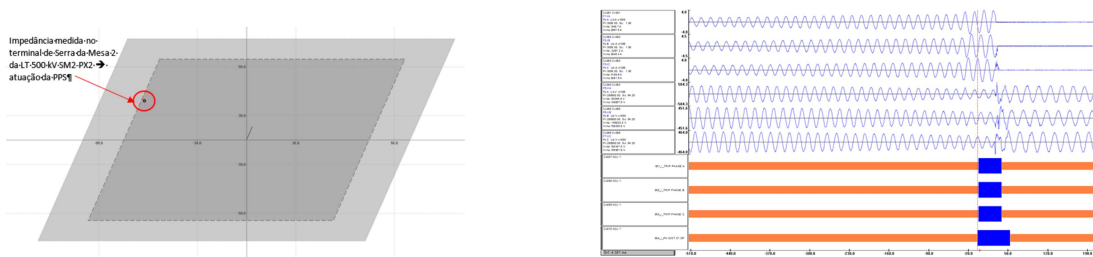


FIGURA 7 – Diagrama RX e Oscilografia – Plotagem SINAPE – LT S.Mesa 2/Peixe2.

Cabe ressaltar que a evolução das funcionalidades do desenho do gráfico de impedância RX no SINAPE, visando representar formas geométricas (Circular MHO, Circular Impedância e Quadrilateral) que se aproximem das características das regiões de operação dos relés, incluindo a utilização dos parâmetros de impedância da linha de transmissão, foi muito importante para o entendimento desta ocorrência conforme observado nas análises a seguir.

Instantes depois do desligamento automático da LT 500 kV Serra da Mesa 2 – Peixe 2, ocorreu o desligamento automático da LT 500 kV Gurupi – Serra da Mesa C1 e C2, pelas atuações das proteções de distância em função da oscilação de potência. Estas linhas não possuem Esquema de Bloqueio contra Oscilação de Potência ativado e, no terminal de Serra da Mesa, encontram-se habilitadas a função de disparo por perda de Sincronismo (PPS), que não atuaram nessa perturbação, devido à velocidade de variação da impedância medida.

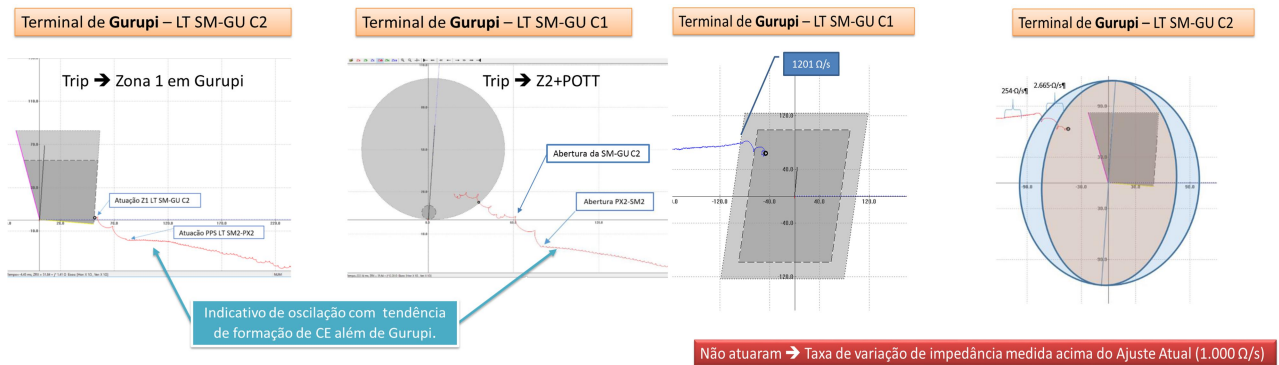


FIGURA 8 – Diagrama RX – Plotagem SINAPE- LT 500 kV Serra da Mesa / Gurupi C1 e C2.

Em seguida, ocorreu a abertura das interligações Norte/Nordeste em 500 kV na SE Presidente Dutra, pela atuação da proteção de Perda de Sincronismo (PPS) instalada na LT 500 kV P. Dutra – Teresina II C1 e C2 e da LT 500 kV P. Dutra – Boa Esperança.

Simultaneamente, em função da oscilação de potência, ocorreram os desligamentos automáticos da LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C2 e da LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C2, pelas atuações das proteções de distância em zonas 1 e em zonas de sobrealcance dos esquemas de teleproteção. As proteções destas linhas não possuem a função de bloqueio por oscilação habilitadas.

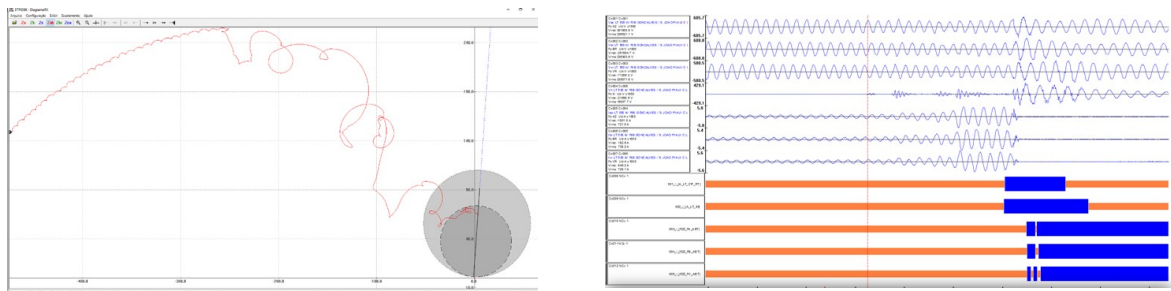


FIGURA 9 – Diagrama RX e Oscilografia – Plotagem SINAPE - LT 500 kV R. Gonçalves – S.J. do Piauí C2 (terminal São João do Piauí C2)

Nesse instante também ocorreu o desligamento automático da LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C2 por atuação da proteção de distância em zona 1, somente no terminal de Ribeiro Gonçalves, e da LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 no terminal de Ribeiro Gonçalves, por atuação das suas proteções de distância em zonas 2 associadas aos esquemas de teleproteção (POTT).

Em seguida, ocorreu o desligamento automático da LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1, pelas atuações das proteções de distância em zonas 2 através dos esquemas de teleproteção no terminal de S. J. do Piauí, com recepção de sinal de ECO do terminal de R. Gonçalves, em função das oscilações de potência

Após estes desligamentos, ocorre a separação dos sistemas Norte e Nordeste pela rede de 500 kV, permanecendo estes sistemas interligados pelo tronco de 230 kV Teresina – Coelho Neto – Peritoró, O aumento do fluxo neste troco culminou com o desligamento da LT 230 kV Coelho Neto – Peritoró, por atuação da proteção de distância em zona de sobrealcance, através do Esquema de Teleproteção por Comparação Direcional por Sinal de Bloqueio, configurando então a separação do sistema Norte do restante do SIN.

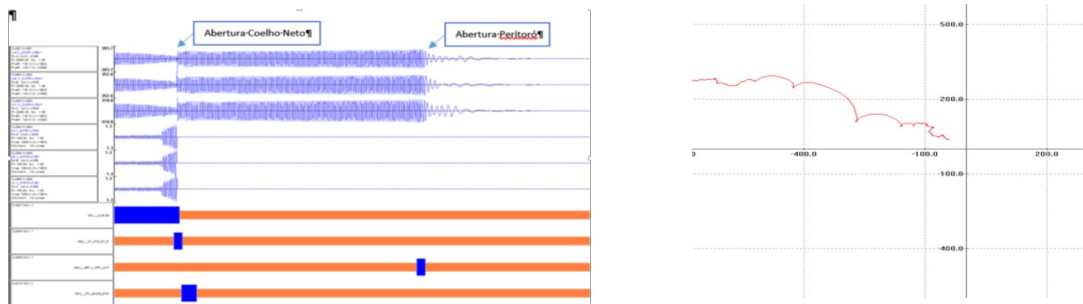


FIGURA 10 – Oscilografia do desligamento da LT 230 kV C. Neto / Peritoró e trajetória da impedância em C. Neto.

Após a separação do Sistema Norte, ocorre a perda de sincronismo do Sistema Nordeste com o Sistema Sul/Sudeste/Centro-Oeste com formação de centro elétrico na LT 500 kV Bom Jesus da Lapa II – Igaporã III. Isso pode ser observado na figura a seguir, que mostra a impedância medida no terminal de Igaporã da LT 500 kV Igaporã III – Bom Jesus da Lapa II. Este fenômeno provocou a atuação das proteções de distância em zonas 1, com transmissão e recepção de Transferência Direta de Disparo – TDD, em ambos os terminais da linha.

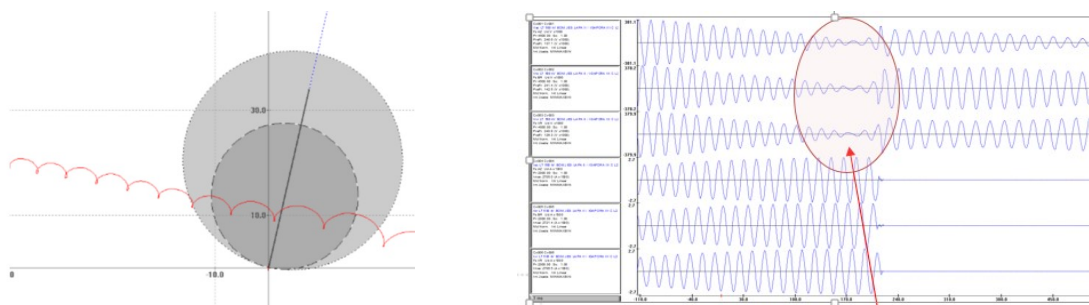


FIGURA 11 – Impedância medida em Igaporã III e desligamento da LT 500 kV Bom Jesus da Lapa II/ Igaporã III.

Enfim, após a abertura da LT 500 kV Igaporã III – Bom Jesus da Lapa II, ocorre a separação entre o Sistema Nordeste e o Sistema Sul/Sudeste/Centro-Oeste, com o desligamento da LT 230 kV Bom Jesus da Lapa II – Igaporã II, onde também ocorreu a formação de centro elétrico. Este fenômeno pode ser observado por meio das oscilografias das linhas de 500 kV Bom Jesus da Lapa II – Rio das Éguas e Igaporã III – Ibicoara.

Uma visão completa dos eventos que ocorreram nesta perturbação pode ser observada na figura a seguir.

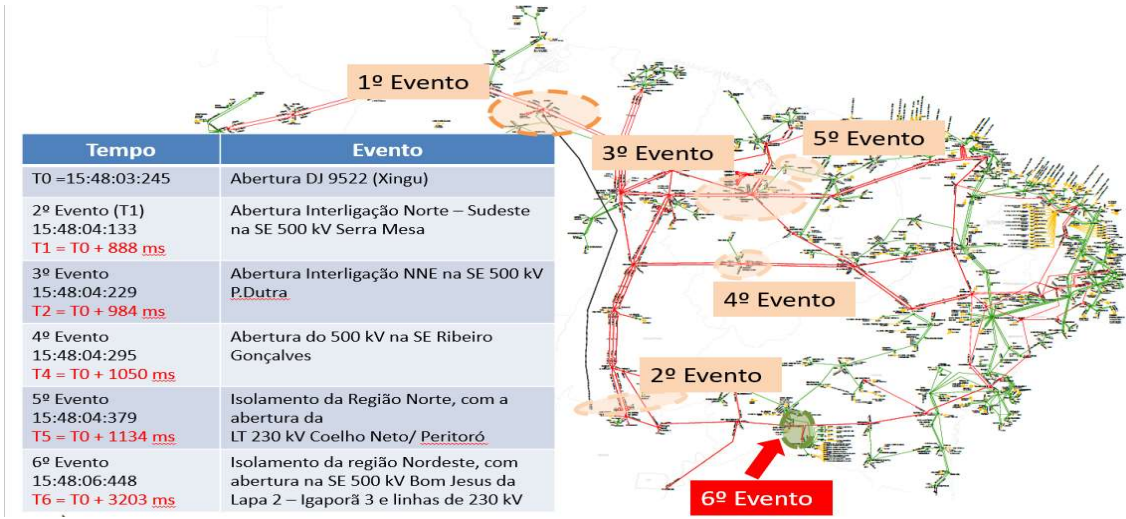


FIGURA 12 – Sequência de eventos observados na perturbação de 21/03/2018.

Por meio do MedPlot, utilizando dados das PMU, podemos observar o comportamento da frequência nos sistemas Norte, Nordeste e Sul/Sudeste.

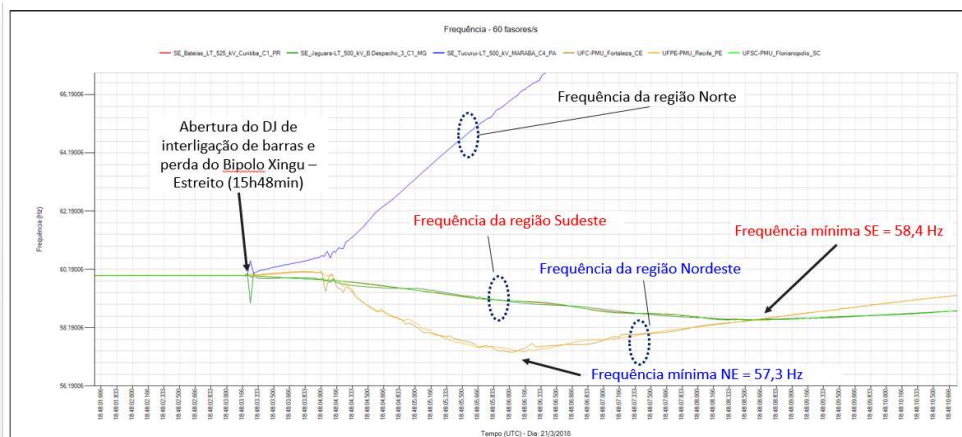


FIGURA 13 – Comportamento da frequência nos sistemas.

Ainda utilizando os dados da PMU por meio do MedPlot, observamos, após todos os desligamentos citados, a separação do sistema Nordeste do SIN, provocando déficit de geração na região Nordeste e queda de frequência, levando a atuação do Esquema Regional de Alívio de Carga - ERAC nesta região, em seus 5 estágios.

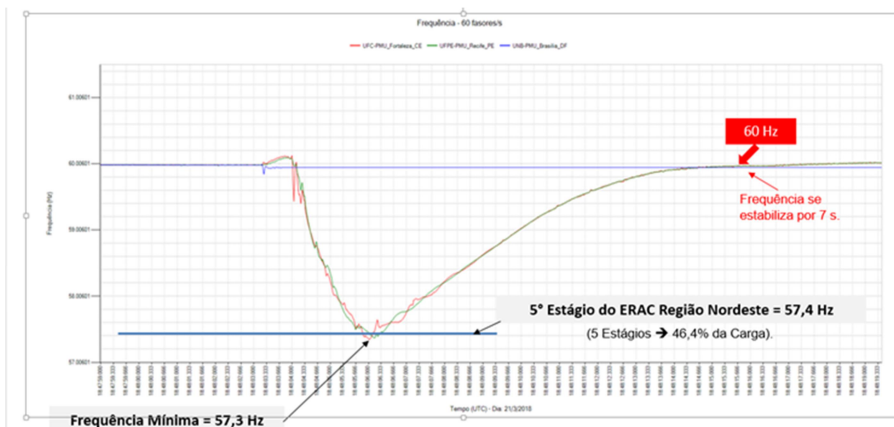


FIGURA 14 – Frequência observada no Nordeste (MedPlot).

Durante a operação isolada da região Nordeste, ocorreram desligamentos de unidades geradoras nesta região, que culminaram com o blecaute total da área isolada, sendo os principais destacados na figura a seguir. Ressalta-se que a cronologia de desligamentos apresentada no gráfico de frequência foi obtida a partir das oscilografias.

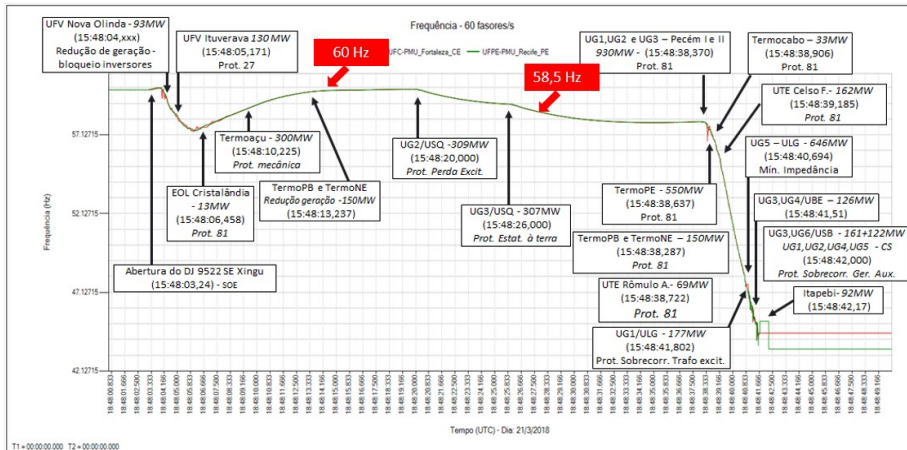


FIGURA 15 – Sequência de desligamentos de unidades geradoras – NORDESTE (MedPlot)

Após a separação do sistema Norte do restante do SIN, ocorreu sobrefrequência nessa rede em função do excedente de geração com relação a sua carga, quando foram desligadas diversas unidades geradoras, agravando a oscilação entre as principais usinas do Subsistema Norte (Balbina, Tucuruí e Estreito). Este Subsistema Norte permaneceu operando em condições anormais, com unidades geradoras de Tucuruí e Estreito fora de sincronismo por cerca de 2 minutos. Essa oscilação foi amortecendo, conforme foram verificados os desligamentos de unidades geradoras nas referidas usinas, utilizando informações de medições fasoriais do MedPlot, listados a seguir:

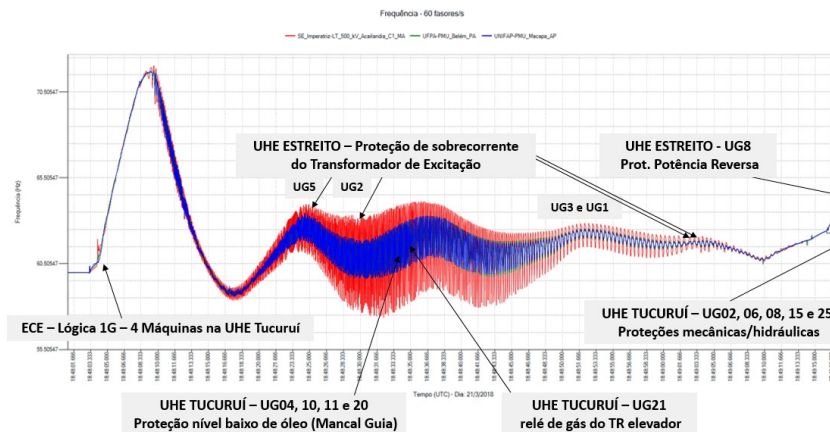


FIGURA 16 – Sequência de desligamentos de unidades geradoras - NORTE

Após a desconexão dos subsistemas Norte e Nordeste, conforme descrito nos itens anteriores, o sistema formado pelo Sul e Sudeste /Centro-Oeste passa a operar com déficit de geração, tendo como consequência um afundamento de frequência na região, sendo controlada pela atuação do 1º estágio do ERAC nestes subsistemas.

4.0 CONCLUSÕES

- Com relação ao caso exemplo, que foi uma perturbação de grande vulto, a descrição da ocorrência, a cronologia dos eventos, a sequência de desligamentos, a recomposição do sistema, as avaliações de sistemas de proteção, Esquemas Regionais de Alívio de Cargas - ERAC, Esquemas Especiais de Proteção - SEP, do comportamento dinâmico do sistema, e a dimensão de suas consequências para o SIN, só poderiam ser mitigadas com o uso das ferramentas citadas, incluindo ainda as alterações de ajustes e implementações de funções de proteção, que foram benefícios advindos da análise detalhada da perturbação.
- Também sem estas ferramentas seria impossível a emissão do relatório final do RAP, desde a recepção dos dados, análises dos dados e elaboração do relatório final, no prazo definido pelo Submódulo 22.3 dos Procedimentos de Rede. No caso exemplo apresentado, o relatório com a análise realizada foi emitido para comentários de todos os envolvidos após cerca de 3 semanas de trabalho.

- De forma a aprimorar a análise das perturbações, foram implementadas melhorias nos sistemas utilizados no ONS, como por exemplo: a evolução das funcionalidades do desenho do gráfico de impedância RX, visando representar formas geométricas (Circular MHO, Circular Impedância e Quadrilateral) que se aproximem das características das regiões de operação dos relés, incluindo a utilização dos parâmetros de impedância da linha de transmissão e/ou do fator de compensação de corrente de neutro; o desenvolvimento de tela WEB para filtragem de oscilogramas produzidos em RDPs ajustados para fusos horários distintos; a evolução das funcionalidades para sincronização de arquivos; e a exportação dos dados obtidos da PMU para o formato COMTRADE, de forma a possibilitar a comparação de dados de PMU com os dados de oscilografia.
- Ainda se encontra em implantação, pelo ONS, o Sistema de Medição Sincronizada Fasorial - SMSF, que se trata de um projeto que prevê a instalação inicial de 181 PMU em 31 subestações da Rede Básica, com o objetivo de permitir a análise do comportamento dinâmico do SIN, a saber: indicação de possíveis causas de distúrbios eletromecânicos, obtenção de subsídios para reajustes dos controladores das unidades geradoras, identificando novas medidas operativas, eventual necessidade de implantação de novos Esquemas de Controle de Emergência - ECE e validação de modelos eletrodinâmicos, além de disponibilizar ferramentas de apoio à tomada de decisão na operação em tempo real que façam uso da medição sincronizada. Isto será realizado através do desenvolvimento de aplicativos específicos, que permitirão a análise de eventos *online* e *offline*, além de identificação em tempo real de eventos no SIN, dando subsídios para a determinação da provável causa raiz e sua localização geográfica.

Ressaltamos que o envolvimento dos agentes em todo o processo, participando das análises, permite que sejam geradas implementações de processos e/ou sistemas de proteção buscando evitar a reincidência.

Outro aspecto importante é a ampla divulgação destas análises e soluções para os agentes do setor, agregando experiência e novas soluções para aumentar a confiabilidade e garantir a segurança operacional do SIN.

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Relatório de Análise de Perturbação ONS-DGL-REL-0004/2018 – Análise da Perturbação do dia 21/03/2018 às 15h48min, envolvendo o Bipolo de corrente contínua Xingu/Estreito, com consequências para os estados do Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste.
- (2) Manual de aplicação SINAPE- Sistema Integrado de Apoio à Análise de Perturbação
- (3) Projeto MedFasee: Desenvolvimentos e Aplicações da Tecnologia de Medição Fasorial Sincronizada- UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina)/ONS.
- (4) Submódulo 22.3 – Análise de Perturbação.

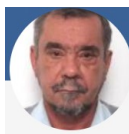
6.0 DADOS BIOGRÁFICOS



Denise Borges de Oliveira, natural da cidade do Rio de Janeiro - RJ. Diplomou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro em 1981, e efetuou Pós-Graduação/Especialização em Proteção de Sistemas Elétricos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2003. Trabalhou em Furnas Centrais Elétricas S.A. de 1981 à 2013 na área de análises e estudos de proteção. Em 2014 passou a trabalhar na Gerência de Proteção e Controle do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, atuando em análise de perturbações e ajustes de proteção. Participa do Grupo de Estudos de Proteção (GE03) da Comissão Mista de Operação ANDE/ITAIPU/ELETOBRAS – CMO, e do Comitê Técnico do STPC- Seminário Técnico de Proteção e Controle.



Tatiana Maria T. de S. Alves, Engenheira Eletricista formada pelo Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET-RJ em 2003. Em 2005, especializou-se em Proteção de Sistemas Elétricos pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Poli/UFRJ. Obteve grau de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ, no ano de 2011. Trabalha no ONS desde 2004 onde é Engenheira da Gerência de Proteção e Controle, com atuação na área de análise de perturbações.



Antônio Carlos da Rocha Duarte, Engenheiro Eletricista, formado pela UERJ em 1973. Possui Pós-

Graduação em Engenharia de Sistemas Elétricos (CESE) na EFEI – MG, especialização em Proteção de Sistemas Elétricos na Universidade Autónoma de Nuevo Leon – México, Instrutor do Curso de Especialização em Proteção da UFRJ, desde 2002. No ONS desde 1999, atuando na área de análise de perturbações. No período de 1982-1998, trabalhou na Itaipu Binacional, como engenheiro e como gerente das Divisões Eletroeletrônica do Departamento de Engenharia de Manutenção e Divisão de estudos e Normas da Operação. No período de 1973-1982 trabalhou em Furnas, no Departamento de Engenharia.



Alexandre Andrade Torres, Engenheiro Eletricista com ênfase em Sistemas em Potência, formado pela UERJ em 1995 e Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica na PUC-RJ em 1998. No período de 1998 a 2011 trabalhou na Ampla Energia e Serviços S/A, hoje Enel Distribuição Rio, na área de proteção e controle. No ONS desde de 2012, trabalha na Gerência de Proteção e Controle, atuando na área de análise de perturbações.



Suelaine dos Santos Diniz , engenheira eletricista com ênfase em Eletrônica/Telecomunicações graduada pela Universidade Gama Filho em 1994 e Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica no Instituto Militar de Engenharia - IME – Área de Processamento de Sinais em 1997. Trabalhou na IMBEL – Indústria de Material Bélico do Brasil, Kognitus Automação e Processamento de Imagens - Incubadora de Empresas – COPPE / UFRJ, Prestadora de Serviços no Núcleo de Computação Eletrônica – NCE, Prestadora de Serviços no Centro de Pesquisa de Energia Elétrica - CEPEL e desde 2008 passou a trabalhar na Gerência de Proteção e Controle do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.