

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO SINCRONIZADA DE FASORES NO SIN E AS LIÇÕES APRENDIDAS COM O PROJETO PILOTO DE AQUISIÇÃO DE PMUs ATRAVÉS DO OPENPDC PELAS EQUIPES DE ESTUDO ELÉTRICO E DE ANÁLISE DE EVENTOS DO ONS

GPC-30 / Rafael Fernandes*-
ONS, M.Muniz, A.Massaud-
ONS, H.Volskis - ONS, S.Diniz
- ONS

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA **TECNOLOGIA,** **APLICAÇÃO E DA NORMA TÉCNICA**

Evolução histórica	Desenvolvimento
1975 - 1980	Primeiras medições de defasagem angular para uso em proteção. (Sincronizado por LORAN®, GOES, HBG radio transmission).
1980	EUA autoriza o uso seletivo do sistema GPS (Pesquisa).
1980-1985	Virginia Tech desenvolve as primeiras PMUs em laboratório usando sincronização temporal via GPS.
1989	Início do projeto WAMs (Wide Area Measurement System) no âmbito do WECC (empresas BPA, WAPA e SCE).
1991	Primeiras PMUs comercializadas pela Macrodyne IEEE Std. C37.111 (COMTRADE) – formato de dados digitais e meio de troca de vários tipos de faltas, testes e simulações.
1993	Instalação das primeiras PMUs nos sistemas da BPA e SCE no âmbito do projeto WAMS.
1994	Início das pesquisas em SPMS na China. (Instalações comerciais a partir de 2003).
1995	Publicações do IEEE Std 1344, primeira norma exclusiva para sincrofasores.
1996	Primeiro PDC desenvolvido pela BPA (Labview). Blecaute nos EUA (10/08), atingindo a costa oeste (WECC).
2003	14/08. Blecaute nos EUA e Canadá. Perda de 61.8 GW de carga, centro-oeste e nordeste dos EUA e Ontario, no sul do Canadá. Criação do EIPP (Eastern Interconnect Phasor Project).
2003	Início do Projeto MedFasee (FINEP – LabPlan/UFSC – Reason).
2005	Aprovação da norma IEEE Std. C37.118 – Revisão do IEEE Std 1344 – (Requisitos de desempenho em regime permanente e transferência de dados).
2006	Contratação de consultoria pelo ONS para especificação da arquitetura de um SMSF para o SIN.

2007	Criação do NASPI (North American SynchroPhasor Initiative). Junção das iniciativas do WECC e EIPP.
2008	Implantação do Sistema Nacional de Medição Sincronizada de Fasores Baixa Tensão (MedFasee BT Nacional) – 9 PMUs.
2009	Início do projeto de P&D MedFasee CTEEP (5 PMUs, PDC hierárquico, Aplicativos, 3 SEs de 440kV).
2011	Revisão da Norma IEEE std. C37.118/2005. Desmembramento em: IEEE std. C37.118.1 – Requisitos de desempenho em regime permanente e dinâmico. Definindo PMU classe P (proteção e controle) e PMU classe M (monitoramento); e IEEE std. C37.118.2 – Transferência de dados.
2011	Início do Convênio Técnico-Científico ONS-UFSC
2012	Início do projeto de P&D MedFasee CTEEP (expansão do número de PMUs).
2013	Marco inicial para implantação do SMSF no SIN (08/2013).
2013	IEEE Std C37.244 Guia para os requerimentos do PDC (tratamento, processamento de dados, etc); IEEE Std C37.242 Guia para comissionamento, informações sobre sincronização, calibração, teste e instalação de PMUs nas Subestações.
2014	Revisão da Norma IEEE C37.118.1a – 2014.
2016	Elaboração da Norma duplo logo IEC/IEEE 60255-118-1 Draft Version.
2017	Assinatura do Contrato do Projeto SMSF com Grid Solutions (GE) e Início das Atividades do Projeto.

PROJETO PILOTO DO ONS

Atualmente há 25 PMUs da Baixa Tensão – incluindo Roraima, e PMUs da Alta Tensão, totalizando cerca de 100 PMUs. Os principais benefícios são:

- Análises de **Pós-Distúrbio** e investigação do comportamento dinâmico do SIN;
- Avaliação da resposta do sistema de controle (**validação de modelo**);
- Ferramentas de Cálculo de **DFT, Prony, N4SID** e *Mode-Shape* (para identificação dos modos dominantes de oscilação);
- Ferramenta de **Detecção de Distúrbio** e **Localização do Evento**;
- Módulo de **Monitoramento em Tempo Real**.

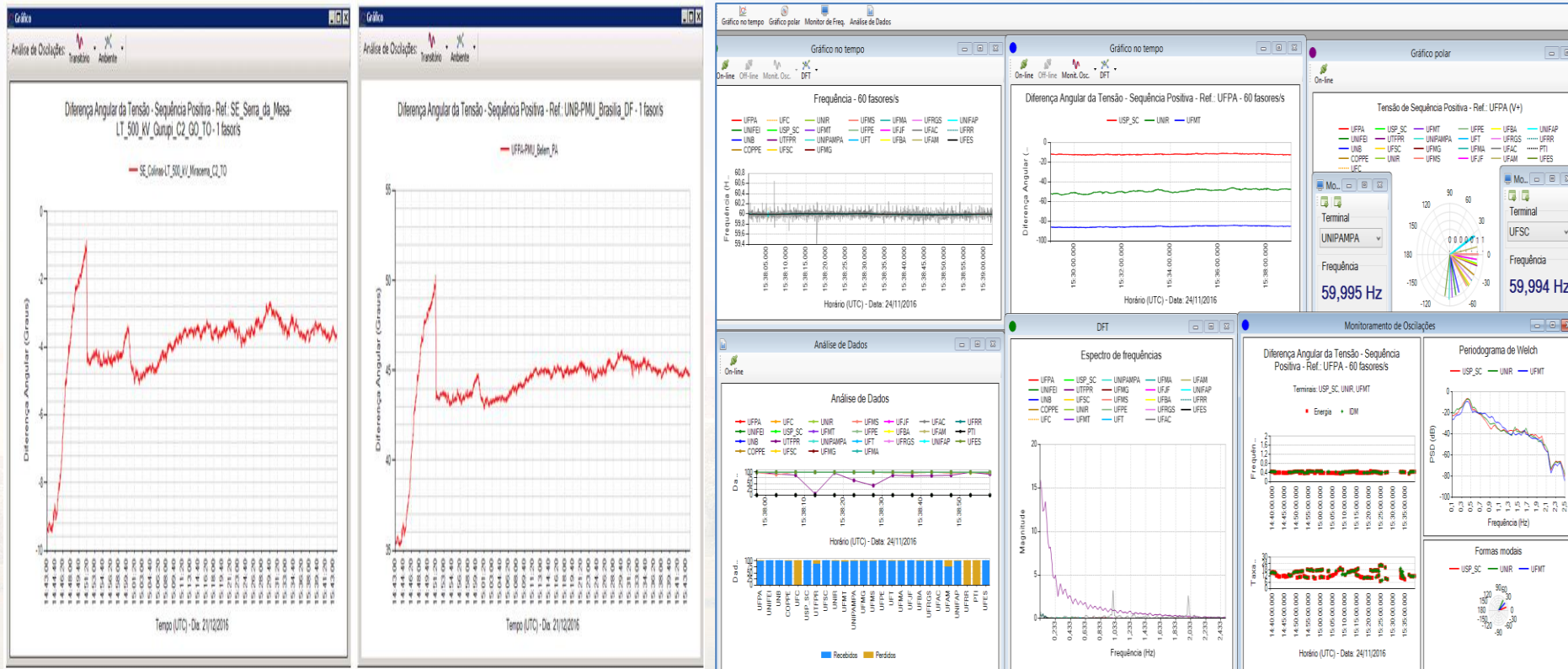


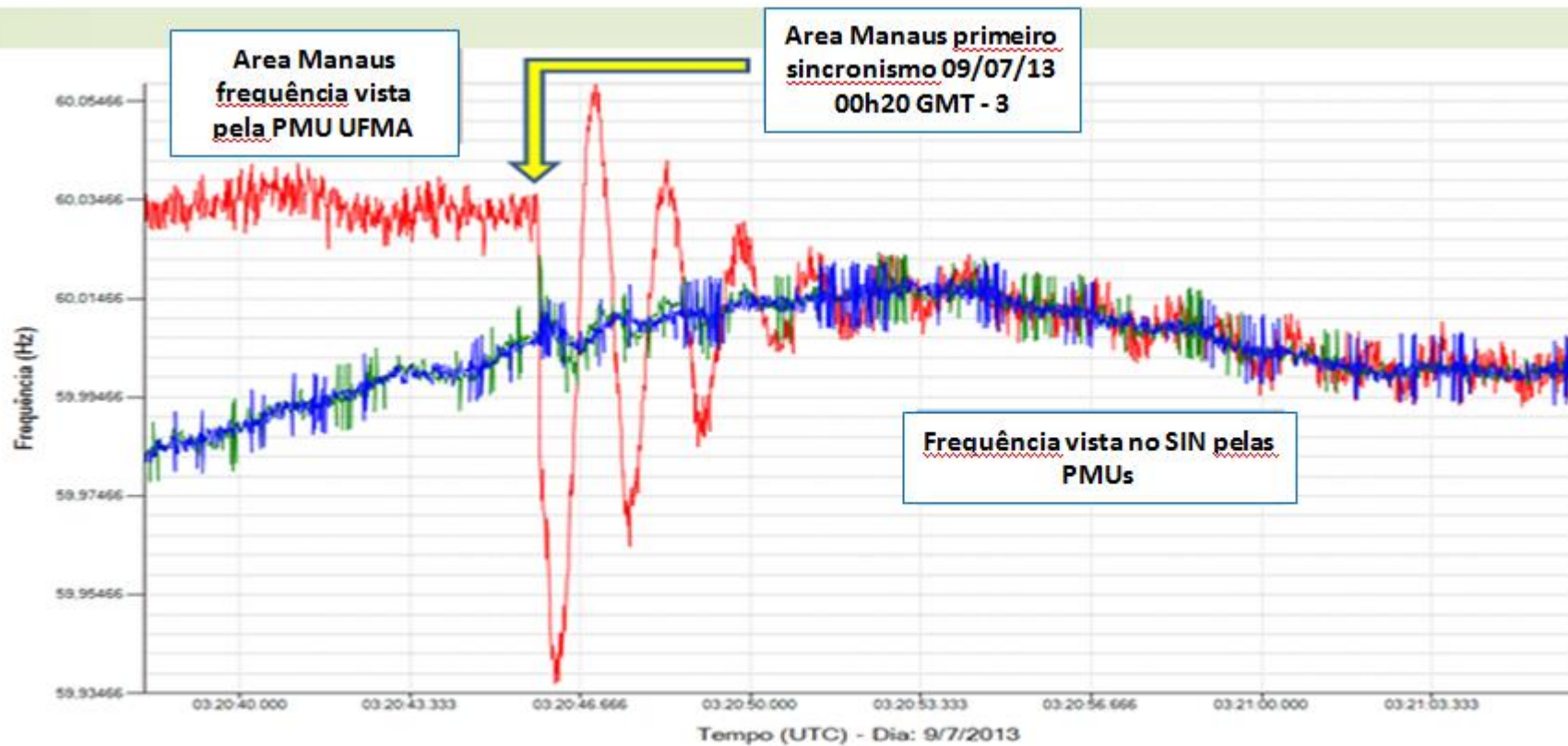
PMUs da Alta Tensão

Total = 65 PMUs

- **CTEEP: 8 PMUs**, SEs: Araraquara, Coletora Porto Velho, Bauru, Embu-Guaçu, Taubaté, Santo Angelo e Porto Primavera;
- **CEMIG: 2 PMUs**, SE: Jaguará;
- **ELETRONORTE: 4 PMUs**, SEs: Altamira, Tucuruí e Rurópolis;
- **COPEL: 8 PMUs**, SEs: Bateias, Cascavel do Oeste, Foz do Iguaçu, Salto Segredo, Salto Santiago, Assis e Londrina;
- **TAESA: 8 PMUs**, SEs: Colinas, Imperatriz e Serra da Mesa;
- **TBE: 6 PMUs**, SEs: Campos Novos, Imperatriz, P.Dutra e Tucuruí;
- **CELEOREDES: 12 PMUs**, SEs: Anastácio, Corumbá, Barra dos Coqueiros, Encruzo Novo, Itaguaçu, Miranda II e Serra da Mesa;
- **JTE: 12 PMUs**, SEs: Ariquemes, Ji-Paraná, Jauru, Pimenta Bueno, Samuel e Vilhena;
- **MANAUS-GT: 5 PMUs**, SEs: Balbina, Lechuga, Manaus e Mauá.

Projeto Piloto – Análise Offline e em Tempo Real – Medplot-UFSC





Projeto SMSF

Subestações e Agentes Envolvidos

31 SUBESTAÇÕES → 181 Bays Monitorados

Área Rio de Janeiro
Angra 500 kV
Cach. Paulista 500 kV

Área Sul
Areia 525 kV
Bateias 525 kV
Campos Novos 525 kV
Itá 525 kV
Ivaiporã ESU 525 kV
Nova Santa Rita 525kV

Área Minas Gerais
Itumbiara 500 kV
Jaguara 500 kV
Ouro Preto 345 kV

Área Norte
Imperatriz 500 kV
Manaus 500 kV
P. Dutra 500 kV
Tucuruí 500 kV

Área Mato Grosso
Jauru 230 kV

Área Acre/Rondônia
Porto Velho 230 kV
Samuel 230 kV

Área Nordeste
Fortaleza 500 kV
Paulo Afonso 500 kV

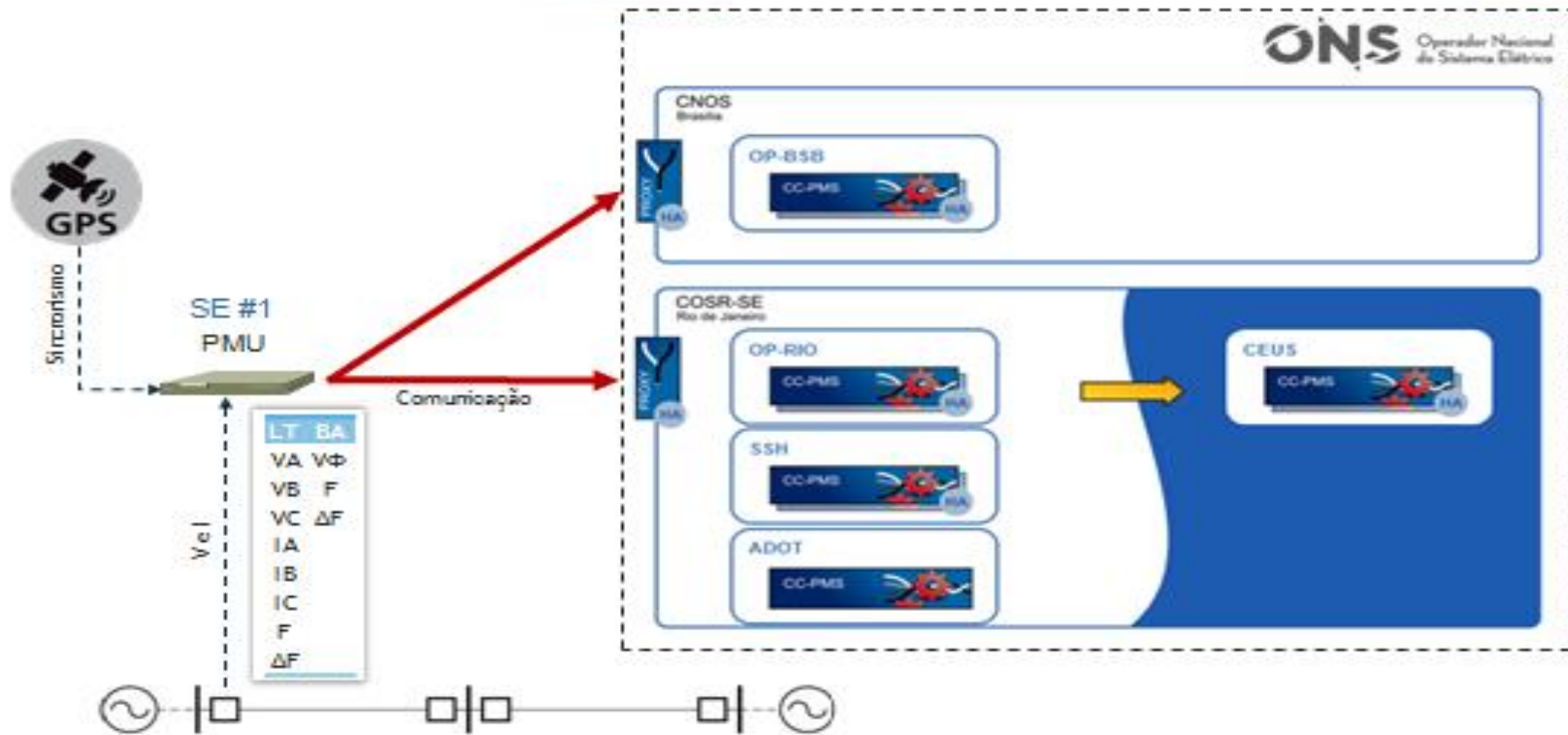
Sistema 765 kV / Link DC
Foz do Iguaçu 765 kV
Ibiúna 500 kV
Itaberá 765 kV
Ivaiporã FUR 765 kV
Tijucu Preto 765 kV

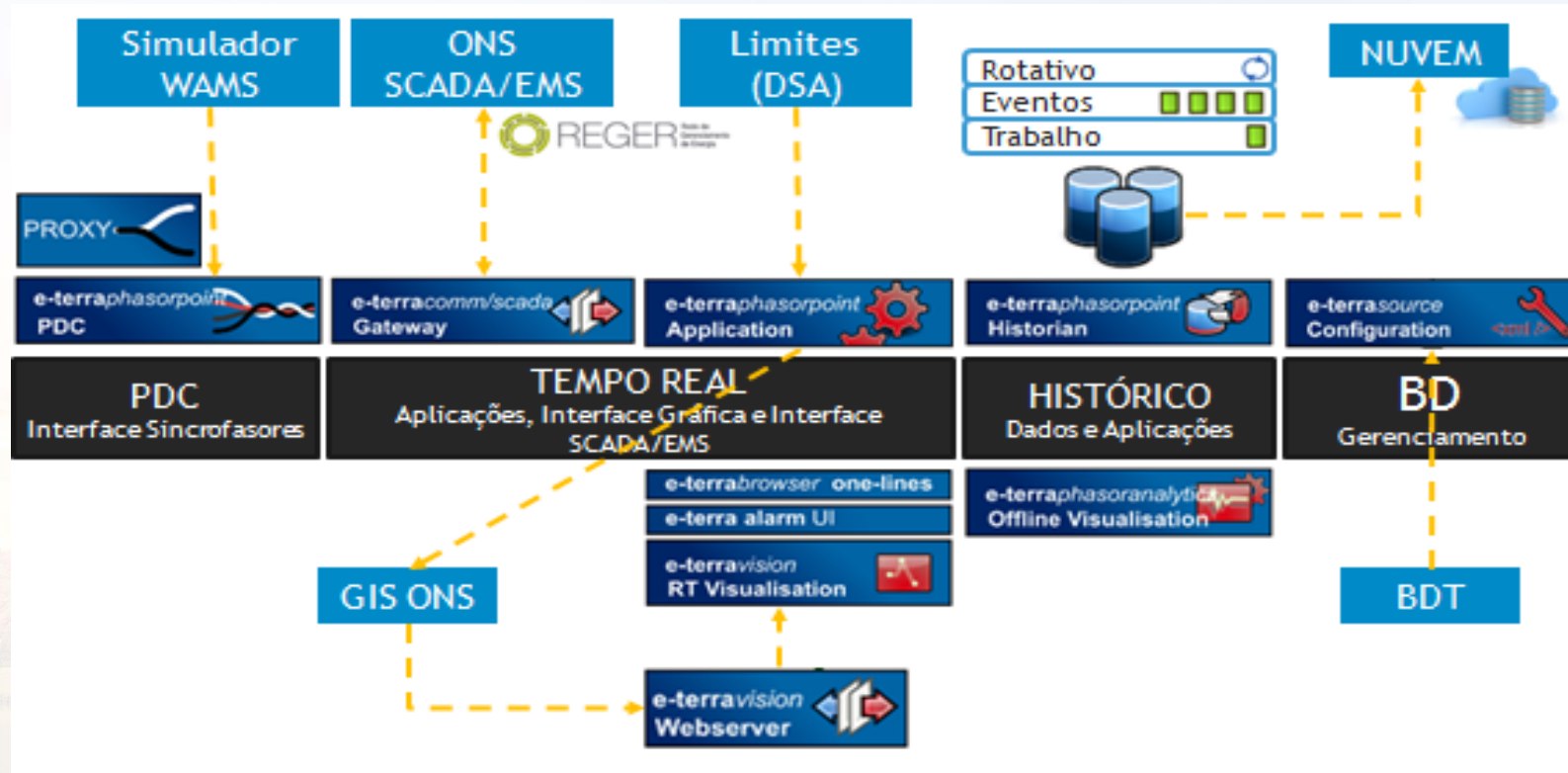
Área SP
Água Vermelha 440 kV
Bauru 440 kV
Cabreúva 440 kV
Ilha Solteira 440 kV

Interligação Norte-Sudeste
Colinas 500 kV
Serra da Mesa 500 kV

AGENTE	# de PMUs
ATE II Transmissora de Energia S.A.	1
ATE III Transmissora de Energia S.A.	1
ATE IV – São Mateus Transmissora de Energia S.A.	1
BRASNORTE Transmissora de Energia S.A.	2
Cachoeira Paulista Transmissora de Energia S.A.	1
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.	23
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	8
Companhia de Interconexão Energética	2
Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	23
Companhia Energética de Minas Gerais	8
Companhia Energética Estreito	1
ELETROSUL Centrais Elétricas S.A.	27
Empresa Amazonense de Transmissão de Energia S.A.	3
Empresa Catarinense de Transmissão de Energia S.A.	1
Empresa de Transmissão de Energia do Rio Grande do Sul S.A.	2
Empresa Norte de Transmissão de Energia S. A .	1
Empresa Paraense de Transmissão de Energia S.A.	1
Expansion Transmissão de Energia Elétrica S.A.	1
Expansion Transmissão Itumbiara Marimbondo S.A.	1
Furnas Centrais Elétricas S.A.	47
Integração Transmissora de Energia S.A .	1
Interligação Elétrica Norte e Nordeste S.A.	1
Itumbiara Transmissora de Energia S.A.	1
Jauru Transmissora de Energia S.A.	3
Linhas de Transmissão Itatim Ltda.	2
LT Triângulo S.A.	1
LUMITRANS Companhia Transmissora de Energia Elétrica S.A.	1
Poços de Caldas Transmissora de Energia S.A.	1
Porto Velho Transmissora de Energia S.A .	2
Rio Branco Transmissora de Energia S.A.	1
Sistema de Transmissão Nordeste S.A.	1
Termo Norte Energia Ltda .	2
Transmissora Aliança de Energia Eletrica S.A.	6
Transmissora Matogrossense de Energia S.A.	1
Uirapuru Transmissora de Energia	1
Vila do Conde Transmissora de Energia S.A.	1

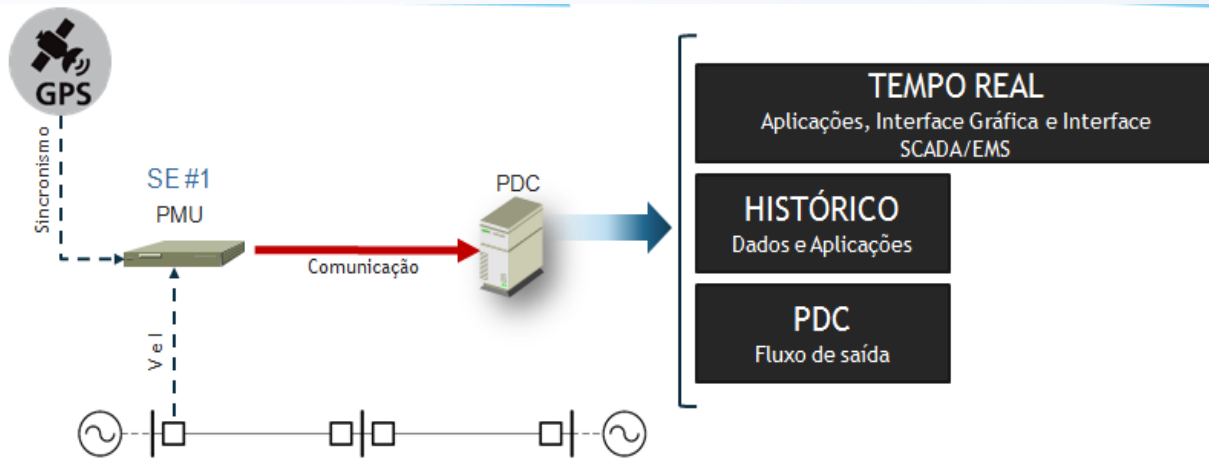
Função	Dimensionamento e Performance	Cronograma
Tempo Real Gerenciamento de Alarme Alarmes Compostos Modelo CIM IEC 61850-90-5, IEC 61850-91-1 Monitoramento de oscilações Monitoramento de F, V, I, P e Q Ilhamento e Restabelecimento Detecção de Distúrbios Avaliação de Segurança (DSA)	1000 PMUs 6000 Fasores 10000 Digitais Armazenamento OP UC Rotativo (OFH) 4 12 meses Eventos (EAH) 1 3 meses Trabalho 1 3 meses	Assinatura do Contrato 02.02.2017
Análise (Pós-operação) Cálculos do Usuário Análise Espectral Análise Modal Análise de Eventos Interface (OSI PI) + Exportação Relatórios Ambiente de Treinamento Histórico de Eventos	Disponibilidade 99,95% Usuários simultâneos (OP) 8+4 Usuários simultâneos (UC) 40 Primeiro Estágio 31 Subestações 181 Unidades de Medição (PMUs)	Fase 1 ("Prateleira") Entrega em 6 meses (Dez/2017) Fase 2 (Final) Entrega em 18 meses (Dez/2018)





ARMAZENAMENTO DOS DADOS

Facebook



Dimensionamento e Desempenho

1.000 PMUs
6.000 Fasores
10.000 Digitais } 60 fps

Armazenamento (histórico)

12 meses (contínuo - UC)

	SCADA	WAMS
Número de "medidas"	90.000	14.000
Amostras	15/min	3600/min
"Dados/Minuto"	1.350.000	50.400.000
Razão	~37	

"~250 TB/ano"

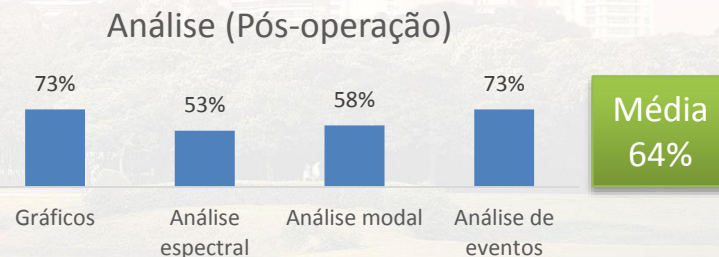
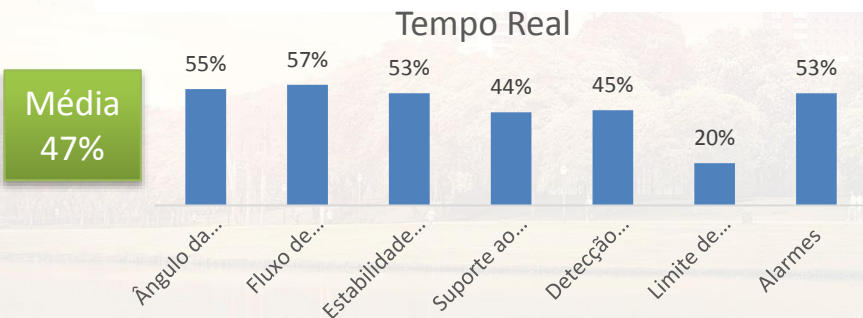
➤ **500 TB** de dados a
cada **24 horas**

➤ **2,7 bilhões** de
"curtir"

➤ **300 milhões** de novas
fotos postadas
diariamente

➤ **2,5 bilhões** de novos
conteúdos processados /
dia

Fonte: canaltech.com.br/redes-
sociais/Facebook-gera-mais-500TB-de-dados-
diariamente - 2012



Relatório - GO15/ 29.07.16 Rev.0D

Relatório - GO15/ 29.07.16 Rev.0D

RAFAEL FERNANDES

 (21) 3444-9475

 (21) 3444-9400

 rafael.fernandes@ons.org.br

 www.ons.org.br