



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

ESTUDO DE VOLUMETRIA DE DADOS DE MEDIÇÃO PARA ARQUITETURA DE REDES SMART GRID

**RODRIGO TENORIO LOPES DE SOUZA (1); LUCIANO FIGUEIREDO MARINELLI (1); LUCAS MOREIRA DE SOUZA (1); RAFAEL MENDES PIMENTE (1);
Empresa Light (1)**

RESUMO

Este trabalho visa compartilhar informações de volumetria que são necessárias para iniciar o estudo e planejamento de uma rede "SMART GRID". Embora exista outros fatores para a tomada de decisão do investimento, a volumetria é um importante dado que depende da expertise das distribuidoras e fabricantes de equipamentos de medição, que embora sejam públicos, são poucos difundidos e/ou conhecidos.

Foi passado os dados principais que precisam ser monitorados e transmitidos e criado valores de referência para facilitar o planejamento de futuros projetos, além de uma equacionada das tecnologias de comunicação e medição mais utilizadas no setor elétrico brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: "SMART GRID", volumetria, dados de medição, redes de comunicação, *Telemedição*

1.0 - INTRODUÇÃO

Pesquisas no mundo inteiro, reforçam que um dos pilares do combate as perdas de energia (PT e PNT), inadimplência e ineficiência operacional no setor elétrico é a tecnologia e inovação (Souza,2018). Um dos carros chaves neste quesito, que tem obtido grande sucesso e investimentos cada vez mais altos no mundo, e possivelmente no Brasil é a rede ou sistema "SMART GRID". Empresas como a LIGHT, ENEL, CPFL, EDP e CEMIG já investem na tecnologia para automação de suas redes, mas principalmente na redução das perdas comerciais com a gestão inteligente do consumo. (Revista Exame 2013 - <https://exame.abril.com.br/revista-exame/o-brasil-na-onda-das-smart-grids/>)

Embora haja um número crescente de investimento em pilotos pelas distribuidoras, publicações e congressos, um dos grandes desafios das empresas brasileiras que implementam a tecnologia "SMART GRID" é a falta de dados históricos e expertise que permitem orçar e escolher a tecnologia mais aderente a sua realidade, seus desafios e expectativa de futuro.

Este trabalho pretende elucidar um dos maiores desafios dos projetos "SMART GRID" que é a quantificação das características de transmissão e volumetria de dados de medição, para o desenho da topologia de rede que sustentam um projeto de "SMART GRID", com base em um estudo de caso. Serão descritas a volumetria por segmentação de medição em Alta Tensão, Média Tensão, Mercado Livre e Varejo (Baixa Tensão), considerado tecnologia de ponta em monitoramento e operações comerciais.

Devido ao conhecimento em telem medição já amplamente difundido no setor elétrico brasileiro, pretende-se facilitar e discriminar a compreensão dos impactos, detalhando em volume de bits o modelo de transmissão de Memória de Massa via coleta dos letristas e eventos pela telem medição. Estas informações permitirão que empresas do setor elétrico e telecomunicações, criem arcabouços para futuros projetos de redes inteligentes. O escopo deste trabalho restringe-se, a informações já conhecidas na área de medição com fabricantes de medidor e telecomunicações, sem dados estratégicos, que garantam a segurança da informação.

(*) AV. Marechal Floriano, 168 – 2º andar – sala CCM - Bloco SSC – CEP 99.999-999 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 99967 3194 – Email: rodrigo.tenorio@light.com.br

Embora não exista um único modelo, para se projetar um sistema de comunicação de redes inteligentes, um dos principais fatores a ser levado em conta é o dimensionamento estratégico de equipamentos, de modo que o desempenho da rede de comunicação seja eficaz e seguro. A identificação da infraestrutura adequada para coleta e transmissão de dados dos medidores existentes, deve atender as seguintes variáveis: densidade de rede de comunicação (baseada na volumetria), posicionamento geográfico dos pontos de transmissão, número de repetição ou saltos (qualidade e risco de perda de pacote de dados) e tempo resposta, pois estas variáveis são determinísticas para definição do orçamento e qual tecnologia deva ser empregada.

2.0 - COMUNICAÇÃO E REDES

A *telemedicação* é a forma como se comunica virtualmente os medidores ou opera os equipamentos da Rede de Distribuição com as concessionárias. A tecnologia da *telemedicação* ou da medição por telemetria, refere-se à comunicação sem fio, utilizando um sistema de rádio frequência, linha telefônica, microrondas, espectros magnéticos e rádio fusão (sinais de TV), satélites ou a rede de operadoras. (GSM ou GPRS)

No setor elétrico brasileiro, seja no grupo B, no grupo A ou ACL mercado Livre, este tipo de tecnologia utilizada para ações comerciais ou monitoramento de combate às Perdas já é utilizada pelas Distribuidoras.

A comunicação dos medidores com a rede de telemetria pode ser feita através de modems de comunicação interligados à porta óptica, saída serial ou até mesmo com a tecnologia já embarcada no próprio equipamento (novas tecnologias).

2.1 - TIPOS DE REDE

Este presente estudo avaliará a volumetria a ser utilizada nas redes de Comunicação WAN e MAN. As tecnologias de redes comumente utilizadas na WAN e MAN são as tecnologias GSM, GPRS, RF e PLC.

Para as redes de transmissão de dados a classificação são denominadas pelo alcance e utilização geográfica, desta forma são definidos os equipamentos, topografia e os protocolos a serem utilizados, ou seja, determinará o investimento mais adequados conforme mostrado na tabela 1.

TABELA 1 – Denominação das Redes pela dimensão e localização do processador

Distância do Interprocessador	Localização dos Processadores	Denominação
0,1 m	Placa de Circuitos	Equipamento
1 m	Sistema	Computadores
10 m	Sala	LAN
100 m	Prédio	LAN
1 Km	Campus	LAN
10 Km	Cidade	MAN
100 Km	País	WAN
1.000 Km	Continente	WAN
10.000 Km	Planeta	WAN

Fonte: adaptada de TANENBAUM, 1997

Entretanto este modelo de referência que foi apresentado em 1997, pode ser atualizado pela tabela 2.

TABELA 2 – Classificação das Redes de Transmissão de dados

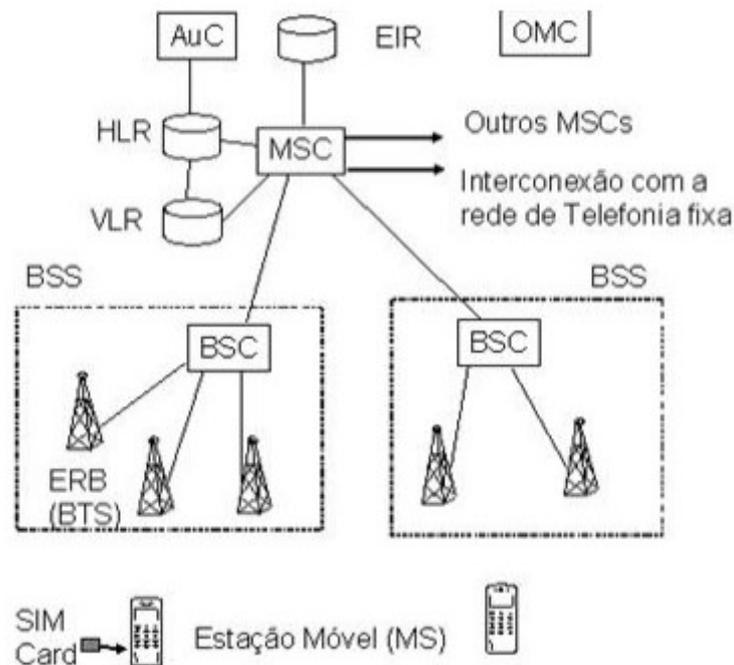
Tipo de Rede	Descrição
LAN – Rede Local	Local Area Networks ou Redes Locais, interligam computadores presentes dentro de um mesmo espaço físico. Isso pode acontecer dentro de uma empresa, de uma escola ou dentro da sua própria casa.
MAN – Rede Metropolitana	Metropolitan Area Network ou Rede Metropolitana, conecta diversas Redes Locais dentro de algumas dezenas de quilômetros.
WAN – Rede de Longa Distância	A Wide Area Network ou Rede de Longa Distância, vai um pouco além da MAN e consegue abranger uma área maior, como um país ou até mesmo um continente.
SAN – Rede de Área de Armazenamento	As SANs, ou Redes de Área de Armazenamento, são utilizadas para fazer a comunicação de um servidor e outros computadores, ficando restritas a isso.
PAN – Rede de Área Pessoal	As redes do tipo PAN, ou Redes de Área Pessoal, são usadas para que dispositivos se comuniquem dentro de uma distância bastante limitada. Um exemplo disso são as redes Bluetooth e UWB.

Fonte: Adaptação da IBM

2.1.1 Rede GSM

A rede GSM (*GRUPE SPECIAL MOBILE, GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS*) ou Sistema Global para Comunicações Móveis, mais conhecido como rede 2G, é a tecnologia mais popular para telefones móveis do mundo. O sinal e os canais de voz são digitais, o que considera a rede GSM como segunda geração e a estrutura oferece as mesmas funções básicas dos demais sistemas associados à mobilidade *ROAMING* e *HANDOVER*, conforme a figura 1. (ALVES, 2017)

FIGURA 1 - REDE GSM



Fonte: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtelemed/default.asp> acessado em 26/04/2019

2.1.2 Rede GPRS

O GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral), apresenta uma característica da elevação das taxas de transferência de dados da rede GSM, permitindo assim o tráfego de dados através de comutação de pacotes. Dessa forma, o sistema GPRS oferece uma taxa de transferência consideravelmente maior que as tecnologias anteriores. As transferências através do GPRS podem ultrapassar os 170 k bit / s, porém na prática chega em torno de 40 k bit / s. As tecnologias que utilizam a comutação por circuitos, modo como as conexões são estabelecidas do ponto de origem da transferência dos dados ao destino, os recursos da rede são dedicados exclusivamente para duração total da chamada, já no GPRS, o serviço sempre está ativo, os recursos são atribuídos, somente a um usuário quando necessário enviar ou receber dados, o que torna o custo mais baixo.

Principais Vantagens são a ampla cobertura, rapidez em que se conecta, alta velocidade na transmissão dos dados, utilização de protocolos X.25 e IP amplamente divulgados, várias operadoras de telefonia (múltiplos fornecedores) e custos adequados, pois a tarifação é calculada com base na quantidade de dados transmitidos. (ALVES, 2017)

2.1.3 Rede RF Rádio Frequência

É a comunicação que transmite dados pelos espectros eletromagnéticos que utiliza as faixas de frequência das ondas de rádio, a faixa de transmissão encontra-se entre 3 kHz a 300 GHz e que embora possa ter um condutor mecânico, este estudo baseia-se na rede mais comum sem fio.

2.1.4 Rede PLC

A tecnologia PLC (*POWER LINE COMMUNICATION*) é uma das redes mais utilizadas no mundo, a comunicação é feita através da própria rede elétrica. Está consistida em transmitir dados e voz em banda larga. O princípio do funcionamento é transmitir dados pelos condutores através das ondas magnéticas da frequência na faixa de 1 a 30 MHz, enquanto na rede elétrica do Brasil utiliza-se a faixa de 60 Hz, esta utilização do mesmo condutor em frequências distintas torna os sistemas independentes, ou seja, além de não causarem interferência entre si, a transmissão de dados não é interrompida com a falta de energia.

Embora tenha muitas vantagens técnicas como suportar altas taxas de transmissão (pode atingir 200Mbit/s) e até mesmo financeira pela rede já existir no local e ter muita capilaridade, a desvantagem são os ruídos que a rede pode sofrer pelo uso de outras tecnologias ou carga do cliente e pelo alto custo dos equipamentos de transmissão.

2.2 TRANSMISSÃO DE DADOS

2.2.1 Medidor Eletrônico Inteligente

Nos dias atuais, o medidor de consumo mesmo do grupo B, passou de um simples marcador de consumo para uma poderosa ferramenta de combate às perdas de energia, e nestes novos medidores, a exemplo do que ocorria no grupo A, fornece dados de medição, alarmes e comportamento de carga que possibilitam um monitoramento capaz de identificar defeitos, fraudes ou comportamentos de consumo incompatíveis com horários ou atividades.

Entretanto, toda essa informação precisa ser, de alguma maneira transportada com segurança (livre de manipulações) e rapidez para serem processadas em tempo hábil, para as concessionárias sinalizarem qualquer indicio de irregularidade.

Tendo em vista um cenário, onde o furto de energia vem se especializando tecnologicamente os novos medidores, mesmo da baixa tensão, vem evoluindo na mesma proporção e uma das eventuais, página fiscal e memória de massa deixaram de ser exclusividade de um nicho tornando-se essencial ao novo parque. Sendo assim, iremos focar neste capítulo nos dados de medidores que possuem memória de massa, sendo eles disponíveis para clientes do tipo Livre, Média Tensão ou Baixa tensão. Esses medidores, possuem como norma regulamentar a ABNT NBR 14519, que dispõe a respeito das especificações físicas e construtivas do medidor, e a ABNT NBR 14522, que dispõe a respeito do intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica. Sobre esta última que nos basearemos, tendo em vista que nosso interesse se encontra no tamanho digital das informações necessárias aos ensembles da concessionária. (MELLO & REIS, 2014)

TABELA 3 – Comandos padronizados

Código	Descrição
14	Leitura das grandezas instantâneas
23	Leitura de registradores dos canais visíveis após a última reposição de demanda
24	Leitura de registradores dos canais visíveis relativos à última reposição de demanda
25	Leitura dos períodos de falta de energia.
26	Leitura dos contadores da memória de massa desde a última reposição de demanda
27	Leitura dos contadores da memória de massa anteriores à última reposição de demanda*
38	Inicialização do medidor*
41	Leitura de registradores parciais anteriores do 1º canal visível
42	Leitura de registradores parciais anteriores do 2º canal visível
43	Leitura de registradores parciais anteriores do 3º canal visível
44	Leitura de registradores parciais atuais do 1º canal visível
45	Leitura de registradores parciais atuais do 2º canal visível
46	Leitura de registradores parciais atuais do 3º canal visível
80	Leitura de parâmetros de medição

Fonte: ABNT NBR- 14522, 2008

Os arquivos são formados por um sistema binário e são criados podendo ser divididos em arquivo público e arquivo fk7, ambos são extensão de arquivos que possuem dados de leitura do medidor, sendo estas segregadas da seguinte maneira:

- Verificação: Trata-se de um formato de leitura que irá compreender dados de memória de massa consistido entre a última reposição de demanda até a data de solicitação desta leitura, respeitando o último intervalo integralizado.

FIGURA 2: Arquivo de Leitura de verificação



Figura 5.3 – Exemplo de leitura do tipo verificação.

Se for realizada uma verificação no instante D será transferida a leitura do instante B (última reposição de demanda) até o instante C (último intervalo integralizado).

A verificação não totaliza os dados, somente verifica os dados da memória de massa.

- Verificação resumida: Trata-se de um formato de leitura igual à verificação, com o diferencial de ser resumido apenas, ou seja, não apresenta memória de massa, somente registradores e demais informações, dentro do mesmo período informado acima.
- Recuperação: Trata-se de um formato de leitura que irá compreender dados de memória de massa consistidos entre as duas últimas reposições de demanda no medidor.

FIGURA 3: Arquivo de Recuperação

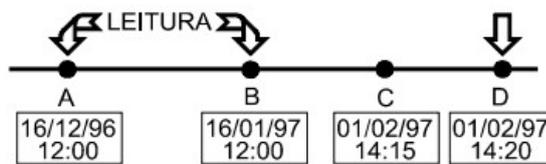


Figura 5.4 – Exemplo de leitura do tipo recuperação.

Se for realizada uma recuperação no instante D será transferida a leitura do instante A (penúltima reposição de demanda ou inicialização) até o instante B (última reposição de demanda), que é o período de leitura da última reposição de demanda. A recuperação não totaliza os dados, somente verifica os dados da memória de massa.

- d. Recuperação resumida: Trata-se de um formato de leitura igual à recuperação, com o diferencial de ser resumido apenas, ou seja, não apresenta memória de massa, somente registradores e demais informações, dentro do mesmo período informado acima.

2.2.2 Sistema de Medição Centralizada - SMC

O Sistema de Medição Centralizada, é um modelo de conjunto de medição para baixa tensão, onde os medidores são protegidos dentro de uma caixa com sensores de abertura de porta denominada CS ou Concentrador Secundário. Esta tecnologia permite ler, cortar, religar os medidores além de monitorá-los. Tanto estes medidores quanto estas CS possuem alarmes de parâmetros, sensores, presença de tensão na carga, estado da contatora que podem indicar irregularidades.

Esta tecnologia homologada em 2008 tem como objetivo principal proteger a medição das agressões e tentativas de furtos, por isso são instalados no alto do poste da rede, para dificultar o acesso às medições.

A comunicação desta tecnologia ocorre através de varreduras sistemáticas onde são coletados os dados de leitura e sensores e alarmes, este processo também chamado de *POLLING*. Ao finalizar a varredura os dados são agrupados em arquivos protegidos por protocolos de cada fabricante que utiliza o sistema binário e hexadecimal, posteriormente são validados pelo Concentrador Primário e enviados para as empresas distribuidoras.

É importante ressaltar que cada Concentrador primário pode conter em média 300 Concentradores Secundários e que por sua vez possuem até 12 medidores, ou seja, 3.600 leituras por varredura.

2.2.3 Sistema de Medição Individual

Nesta tecnologia os medidores eletrônicos possuem funcionalidades de monitoramento e alarmes, embora não sejam tão robustos quanto os medidores indiretos com memória de massa. Esta tecnologia diferentemente da medição centralizada, os medidores ficam dentro de prédios ou nas próprias caixas de proteção nos limites das propriedades.

Esta tecnologia pode ter em seu sistema a funcionalidade de corte e religar assim como a medição centralizada, além de enviar dados de leitura para faturamento. Também como no SMC os arquivos obedecem protocolos de seus fabricantes.

2.4 REDE SMART GRID

Diante dos desafios contemporâneos em aumentar a eficiência operacional, reduzir os custos e reduzir as perdas torna-se cada vez mais necessário o investimento em tecnologia. Estes investimentos além de trazer o retorno às distribuidoras precisam fornecer um aumento de confiabilidade no sistema elétrico de distribuição e sub transmissão, além de integrar as novas fontes de geração (PCH, Geração distribuída) atender as demandas de qualidade dos consumidores.

Neste contexto o mundo inteiro vem investindo em rede inteligentes ou *SMART GRID*, que são redes capazes de monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade a partir de todas as fontes de geração encontrando uma

variedade de demandas e usuários. Também podem restabelecer e auto reconfigurar em caso de falta de energia ou sobrecargas. (SOUZA & JUNIOR, 2011)

FIGURA 4: Rede SMART GRID



Fonte: IN2 (<https://in2.com.br/smart-grid-ou-redes-inteligentes/>)

Na decisão da implementação de um sistema de *SMART GRID*, as distribuidoras devem avaliar o impacto da tecnologia em seus processos e tecnologia, bem como o investimento em novos equipamentos de *HARDWARE* e *SOFTWARES*.

Entretanto um fator que deve ser determinístico para a escolha da tecnologia é conhecer as principais volumetrias de dados de medição utilizados no setor elétrico brasileiro, pois o empacotamento e transmissão dos dados pelas redes WAN e MAN precisam atender as necessidades das distribuidoras e de seus clientes, evitando o monopólio de fabricantes e mantendo os sistemas com interoperabilidade entre diversas tecnologias e fabricantes.

TABELA 4 – Volumetria básica de uma rede de medição

Mensagens	Tipo de Tecnologia de Medição	Quantidade Mensal (Média)	Tamanho em Byte	Volumetria Mensal
Memória de Massa 35 dias	Medição Indireta	1	134 kB	134 kB
Memória de Massa 24h	Medição Indireta	30	5.6 kB	168 kB
Página Fiscal	Medição Indireta	2.880	0.2 kB	576 kB
Eventos / Comandos Sob Demanda	Medição Indireta	200	0.2 kB	40 kB
Mensagem de Leitura	Medição Indireta	30	2.5 kB	75 kB
Mensagem de Leitura	Sistema de Medição Centralizada (*)	108.000	0.1 kB	10.800 kB
Mensagem de Leitura	Sistema de Medição Individual	30	0.1 kB	3 kB

(*) referência CP com 300 CS e 1 varredura diária

Fonte: Autores

3.0 - CONCLUSÃO

Com base nas demonstrações do presente estudo podemos verificar a volumetria dos dados de medição das principais tecnologias de medição utilizadas no setor elétrico brasileiro. A partir dos valores apresentados deve-se avaliar a periodicidade que se espera receber as informações e o tipo de informação. Estes valores ajudarão a decidir pelo tipo de tecnologia da rede WAN e MAN, pois cada uma das redes possui uma performance pelos dados trafegados e esta expertise são pouco conhecidas pelos fornecedores da rede.

Para projetar uma rede que permita a comunicação eficiente, requer conhecer a real demanda aos dados que serão transferidos e a respectiva frequência. Para que assim o design da rede possa ser feito dentro da conformidade desejada levando-se em conta as condições topológicas e densidade de clientes na instalação e a quantidade e localização dos *ENDPOINT*.

Este estudo visou contribuir com futuros projetos de smart grid, uma vez que apresentou mesmo que de forma mais simplificada dados das redes mais utilizados e o volume dos principais dados de medição, isso possibilitará que empresas multipliquem os valores de referência para obterem não somente o volume da rede, mas dos dados que deverão armazenados e processados, evitando assim perdas de pacotes dos dados trafegados e sobrecarga na infra estrutura de processamento e banco de dados.

Desta maneira, podemos concluir que, tendo em vista um recurso finito existente na capacidade de transmissão de pacotes de dados, faz-se necessário todo um estudo prévio de volumetria, bem como a definição de um percentual de expansão, para que assim, tenhamos uma rede dimensionada a atender o cenário de comunicação atual existente, mantendo a segurança na integridade dos pacotes de dados e suporte ainda uma expansão de clientes existentes.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - NBR 14519 e 14522

(2) ALVES, Jéssica Martins da Cruz, Telemedição: As Telecomunicações Impulsionando a Energia – Blog TELECO, 2017 (<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtelemed/default.asp>)

(3) MELLO, Fernando Barmilla; REIS, Silvio da Costa – MEDIDOR DE ENERGIA – Trabalho conclusão de curso - PUC –Paraná da Mello; 2014

(4) REVISTA EXAME 2013 - <https://exame.abril.com.br/revista-exame/o-brasil-na-onda-das-smart-grids/>

(5) SOUZA, Gustavo Batista de Castro; JUNIOR, Getúlio Antero de Deus – TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO E APLICAÇÕES EM SMARTGRID - Escola de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal de Goiás 2011

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Rodrigo Tenório Lopes de Souza (*), nascido em 09/06/1978, Rio de Janeiro/RJ. Graduado em Administração de Empresas pela UNISUAM (2009), MBA em Gestão da Qualidade pela UFF – Universidade Federal Fluminense (2011), Mestre em Sistema de Gestão pela UFF –Universidade Federal Fluminense (2018), Graduação em engenharia elétrica (Incompleta), Formação Técnica em Eletrotécnica e Automação. Possui 20 anos de experiência no setor de energia atuando tanto na área técnica quanto executiva. Trabalhou em Distribuidoras de Gás e eletricidade CEG- Tecder (Naturgy), CERJ - AMPLA (ENEL Rio), e atualmente na LIGHT como gestor da área de Controle da Medição e Smart Grid. Publicações para o SENDI 2012 e 2018, revista o setor elétrico, palestrante WAF2016 e FIRJAN 2017

Rafael Mendes Pimentel nascido em Rio de Janeiro - RJ, em 29/08/1989. Graduado em Eng. Elétrica em 2017 pela Universidade Augusto Motta - UNISUAM. Formação Técnica em Eletrotécnica. Atua na área de Recuperação de Energia na distribuidora Light SESA a 8 anos. Publicação "Método Simplificado de Detecção de Fraudes por Magnetismo" durante o SENDI 2018.

Luciano Figueiredo Marinelli nascido em São Gonçalo – RJ, em 18/01/1974. Graduado em eng. de Produção em 2012 pela Universidade Salgado de Oliveira – UNIVERSO. Formação Técnica em Eletrotécnica. Atua na área de recuperação de energia há 17 anos, sendo 2 na distribuidora de energia CERJ (Enel) e 15 na distribuidora de energia Light. Tem publicações no SENDI 2018 "Método Simplificado de detecção de fraudes por magnetismo" e no SENDI 2008 "Rastreabilidade de Medidores em Poder do Executante".

Lucas Moreira de Souza, nascido em Rio de Janeiro - RJ, em 26/04/1990. Graduado em Eng. Elétrica em 2018 pela Universidade Augusto Motta - UNISUAM. Formação Técnica em Eletrotécnica. Atua na área de Recuperação de Energia na distribuidora Light SESA a 8 anos. Publicação " Desenvolvimento de sistema que opere diversas tecnologias e de interoperabilidade para telemedição BT" durante o SENDI 2012.

(*) autor de contato