



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

FI/GTL/22  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO – XV**

**GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL**

**SISTEMA VOIP PARA SERVIÇOS DE TELEFONIA DIRETA E COMUTADA UTILIZANDO SOFTWARE LIVRE**

**André Luis Silveira Fraga(\*)  
CEEE-GT**

**Sabrina da Silva Silva  
CEEE-GT**

**Felipe Tatsch  
CEEE-GT**

**RESUMO**

O presente trabalho visa apresentar o sistema de comunicação de voz que está sendo implementado no Centro de Operação do Sistema Elétrico da CEEE-GT. Tendo em vista as exigências previstas no Procedimento de Rede ANEEL, bem como, o fim da vida útil do sistema utilizado até então, fez-se necessária a substituição do mesmo. As soluções encontradas no mercado se mostraram eficientes no que diz respeito a comunicação de voz, mas, não dispunham de ferramenta para monitoramento da disponibilidade dos ramais. Diante disso, buscou-se alternativas que pudessem atender a essas necessidades de forma qualificada e eficiente, mas, com baixo custo.

**PALAVRAS-CHAVE**

Redução de Custos, VoIP, *Software Livre*, Telefonia

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O Centro de Operação do Sistema Elétrico da CEEE-GT estabelece contatos diários com mais de 60 subestações e usinas, além de diversos agentes. Em geral esta comunicação precisa ocorrer de forma rápida e com expressiva qualidade. Esta demanda estava sendo perfeitamente atendida pelo sistema de comunicação de voz existente que dispõe de mesas de discagem rápida que ficam a disposição dos Supervisores e permitem a inserção de até 250 contatos, através de *hot-lines*. No entanto, a descontinuidade do produto por parte do fabricante e a dificuldade de encontrar peças de reposição forçou a substituição da central telefônica existente. Soma-se a isso, a dificuldade de monitorar a disponibilidade dos canais de voz, que tem seus valores mínimos determinados pelo Procedimento de Rede da Aneel.

As soluções oferecidas no mercado passavam de R\$ 700.000,00 e implicavam na permanência de um contrato de manutenção mensal com empresas especializadas. A busca por alternativas que implicassem em atendimento à demanda, menos custos e visassem garantir que a manutenção do sistema poderia ser realizada por pessoal próprio levou à utilização do sistema de comunicação de voz sobre IP, bastante difundido atualmente e que possui uma gama de opções de *softwares livres* e com uma vasta documentação à disposição na internet. Frente ao atual cenário econômico devido à queda na receita das empresas de transmissão de energia elétrica se buscou alternativas com um melhor custo-benefício que pudessem suprir as necessidades da empresa.

**2.0 - SISTEMA TELEFONICO NA CEEE-GT**

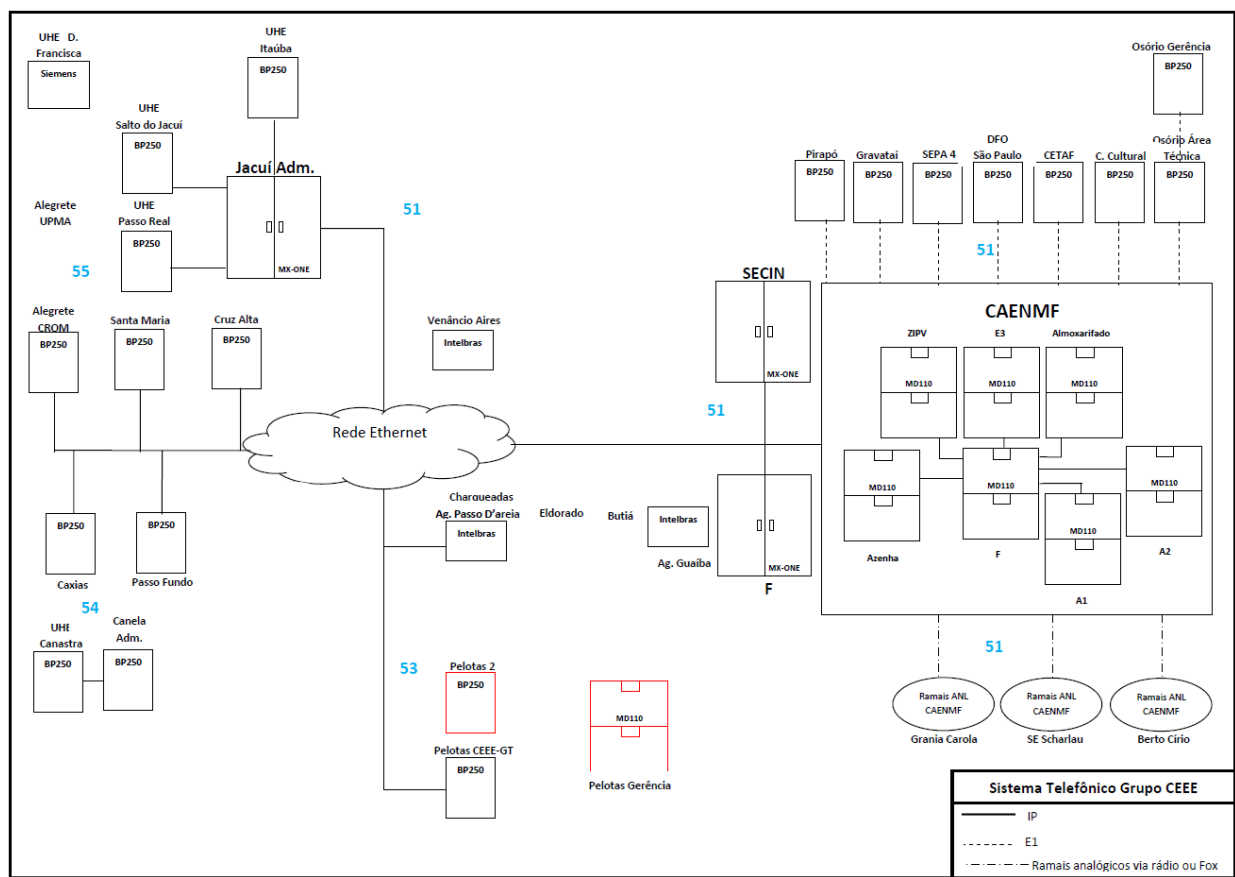
O sistema telefônico da CEEE-GT passou por várias mudanças ao longo das últimas décadas, sempre com o intuito de aumentar sua confiabilidade e diminuir os custos. Inicialmente a CEEE-GT possuía um parque distribuído, em cada região havia uma central telefonia que distribuía ramais para os centros de manutenção e subestações,

(\*) Av Joaquim Porto Villanova, n° 201 – sala 319 - Bloco F – CEP 91.410-400 Porto Alegre, RS, – Brasil  
Tel: (+55 51) 3382-5509 – Fax: (+55 51) 3382-2603 – Email: andresf@ceee.com.br

utilizando rádios que possibilitassem a passagem de sinais analógicos. Isso implicava na contratação de canais de voz analógicos com as concessionárias de telefonia local, tendo assim um custo “elevado” para comunicação entre regiões além de uma disponibilidade muitas vezes não conhecida.

Com a inserção das tecnologias PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) e SDH (Synchronous Digital Hierarchy) na rede de telecomunicações da CEEE-GT por intermédio de multiplexadores e cabos ópticos em linhas de transmissão, foi possível a interligação de algumas regiões utilizando canais de comunicação PDH, permitindo assim a diminuição de custos das ligações entre centros de manutenção e subestações. Outra facilidade que a implementação dos multiplexadores trouxe foi a centralização dos *hot-lines*, com a utilização de placas assinantes (FXO e FXS) ou 4 fios (E&M). Os *hot-lines* foram concentrados em uma única central telefônica responsável pelo Centro de Operação do Sistema (COS) da CEEE-GT. Isto permitiu a implementação de mesas de discagem rápida, facilitando a comunicação entre supervisores e operadores. Contudo ainda havia regiões que não haviam sido interligadas, por razões diversas que não agregaria comentar neste trabalho, e ainda, por limitações das centrais telefônicas não era possível a programação de rotas de menor custo.

Com o passar dos anos tivemos a evolução das redes de telecomunicação e uma maior inserção da rede ethernet, seja ela por switches ou pela rede de multiplexadores. A telefonia seguiu a mesma tendência, onde as centrais telefônicas foram interligadas via a rede *ethernet*, além de alguns ramais já serem disponibilizados via esta tecnologia. Na CEEE-GT a primeira implementação foi a interligação das centrais telefônicas que não haviam sido interligadas pela rede de multiplexadores. Após vários testes foram interligadas as demais centrais telefônicas que permitiam a utilização de troncos IP. Por fim a CEEE-GT conseguiu interligar 80% do seu sistema telefônico vi rede ethernet.



**Figura 1 - Sistema Telefônico Grupo CEEE**

Este sistema híbrido trouxe diversos benefícios, mas esta estrutura depende de investimentos frequentes em novos hardware e licenças de software que eram compradas para a ampliação e evolução do mesmo. Além disso os sistemas proprietários implementados exigiam contratos de manutenção e muitas vezes deixavam a desejar em suas funcionalidades e interoperabilidades, por exemplo, eram necessário equipamentos adicionais, como gravadores de voz e os aparelhos telefônicos digitais funcionavam exclusivamente com as centrais instaladas, tornando a empresa engessada quanto a troca de fornecedores de equipamentos e serviços.

Para contornar estes problemas e consolidar as demandas da CEEE-GT, a equipe de engenharia de telecomunicações apostou no software livre denominado Elastix, desenvolvido por PaloSanto Solutions, que é um software de código aberto, distribuído sob a licença GNU (General Public License) que roda sobre plataformas Unix, distribuição CentOS, de fácil customização para atender as mais diversas aplicações.

### 3.0 - CENTRAL TELEFONICA VOIP ELASTIX

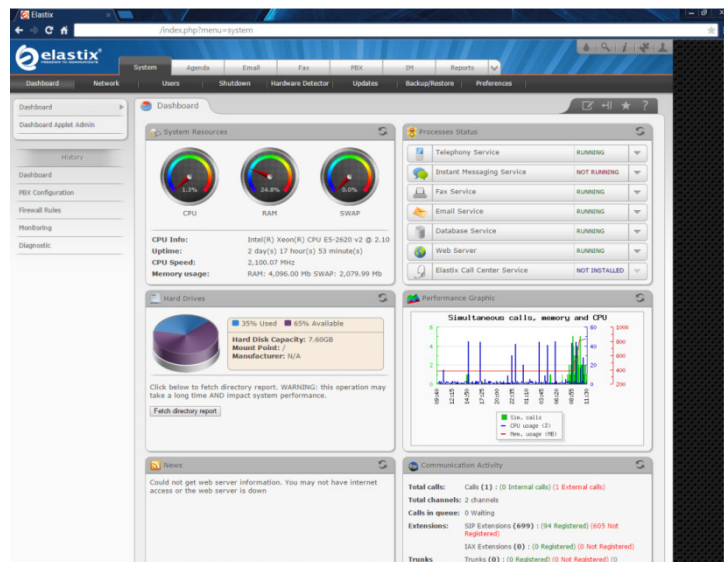
Atualmente no mercado há várias soluções de telefonia VoIP, mas a mais famosa e mais estável solução é a solução Asterisk, que atualmente é a base da maioria dos produtos VoIP de mercado.

O Asterisk surgiu em 1999 com Mark Spencer durante a revolução “.com”. Mark possuía uma empresa chamada “Linux Support Services” (LSS - em tradução livre “Serviços de Suporte Linux”) que oferecia suporte para profissionais de TI sobre Linux. Em alguns meses de funcionamento, a empresa precisou adquirir um sistema de telefonia, pois recebia muitas ligações. Contudo todos os sistemas da época custavam bem acima dos US \$ 50,000. Mark então criou o código do núcleo do Asterisk e publicou o código fonte na Internet, tornando-o disponível sob a licença GNU (a mesma licença usada para Linux).

Em poucos meses, a idéia de uma “PBX de fonte aberta” alcançou vários adeptos. Houve alguns outros projetos de comunicação de código aberto, mas nenhum tinha capturado a imaginação da população mundial de geeks de comunicações, como Asterisk. Como Mark trabalhou no núcleo do sistema, centenas (milhares) de desenvolvedores de todo o mundo começaram a apresentar novos recursos e funções. Em 2001, LSS mudou seu nome para Digium. Digium continuou a desenvolver Asterisk em colaboração com a comunidade, prestação de serviços de apoio à comunidade de desenvolvimento, bem como a criação de produtos comerciais e de serviços em torno Asterisk, que têm alimentado o crescimento da Digium e do projeto Asterisk.

Entre estes novos recursos nasceu o Elastix. Elastix foi criado e mantido por PaloSanto Solutions, uma empresa de suporte de código aberto baseado no Equador. Elastix foi liberada para o público pela primeira vez em Março de 2006. Esta ferramenta além de utilizar versões atualizadas do Asterisk, já vem com verões integradas de Linux (CentOS), Php e bancos de dados, tornando-se uma ferramenta pronta para usar.

Outra vantagem deste sistema é que com a popularização da tecnologia, uma vez que não é proprietária, cada vez tem mais empresas certificadas para dar suporte à este tipo de tecnologia. A Figura 2 mostra a tela principal do Elastix onde facilmente o usuário tem acesso a informações de monitoramento do sistema, como utilização dos recursos de hardware e monitoramento da quantidade de chamadas em andamento.



**Figura 2 - Apresentação da central Elastix.**

O Elastix também dispõe de uma grande flexibilidade quanto ao uso de protocolos de telefonia VoIP. Além disso, ela possibilita a integração com equipamentos conversores de protocolos ethernet, TDM (E1) e analógicos (FXO/FXS), garantindo ao usuário as principais facilidades apresentadas em uma central telefônica (PBX) de grande porte. Permite ainda, fácil integração com as centrais telefônicas analógicas e digitais existentes, possibilitando uma migração gradual entre tecnologias. Dentre as diversas vantagens, podemos citar a facilidade na gravação dos canais de voz sem a necessidade de aquisição de hardware, software e licença específicos, o monitoramento dos equipamentos telefônicos via SNMP (*Simple Network Management Protocol*), a facilidade na

criação de rotas de menor custo, a diminuição de infraestrutura de cabos e DGs (Distribuidor Geral) e a mobilidade dos números de telefone sem depender de programações na central telefônica.

O sistema permite que a configuração seja feita de forma fácil e intuitiva em ambiente web, contendo informações, dicas e tutoriais de como proceder para configuração de ramais, conferências, troncos e regras de saída e entrada de ligações, assim como a criação de perfis de usuário (operador e administrador) do sistema, diretamente na ferramenta web. Diferentemente de um ambiente baseado em Asterisk puro onde as configurações são feitas diretamente nos arquivos de código dentro do ambiente Linux. A Figura 3 mostra ambos os ambientes de configuração de um ramal.

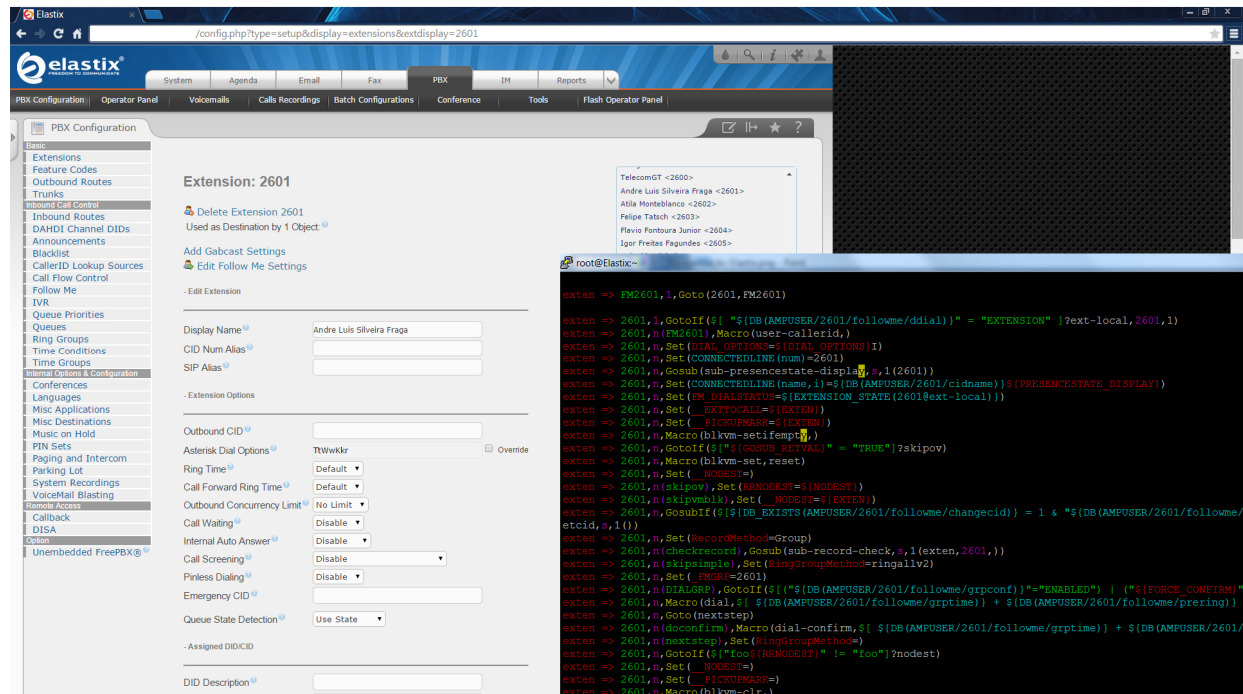


Figura 3 - Ambientes de configuração Elastix e Asterisk

A organização que mantém o Elastix dispõe de uma página na internet onde é são disponibilizados manuais, treinamentos, certificações e uma lista de equipamentos homologados que garantem a interoperabilidade entre diferentes fabricantes, facilitando a confecção de especificações técnicas visando o melhor desempenho e confiabilidade do sistema telefônico VoIP.

#### 4.0 - IMPLEMENTAÇÃO DA CENTRAL TELEFÔNICA ELASTIX NA CEEE-GT

Com o tempo percebeu-se que a evolução das tecnologias da área de telecomunicações para o VoIP é uma tendência global e para que a empresa possa usufruir de todas as vantagens que as atuais tecnologias oferecem além de ter empresas qualificadas na prestação de serviços e venda de equipamentos concorrendo para o fornecimento dos mesmos, estes seria o caminho a ser seguido. Sendo assim, foram levantados diversos requisitos e barreiras que seriam enfrentadas para a sua implementação.

O primeiro desafio a ser vencido é o hardware a ser utilizado para implementação do sistema VoIP. Os softwares livre permitem a utilização dos mais variados tipos e modelos de hardware, entretanto a central telefonica no setor elétrico deve apresentar uma alta disponibilidade e grande confiabilidade. Para vencer este desafio foi utilizado servidores de máquinas virtuais, que possibilitando redundância, maior disponibilidade e flexibilidade de migração e manutenção, além de fácil acesso a tutoriais e manuais na internet. A CEEE-GT optou pela utilização da ferramenta XenServer da empresa Citrix, uma ferramenta gratuita, de fácil instalação e operação. O XenServer permite a utilização de máquinas físicas (servidores) redundantes, desta forma foi possível a instalação de pacotes de High Availability (HA - Em tradução livre "Alta disponibilidade") entre servidores, para então realizar redundancia geográfica, aumentando assim a confiabilidade do sistema telefônico.

A telefonia IP possibilita a redução de custo com a implementação de softphones, softwares que simulam aparelhos telefônicos IP, com as mesmas funcionalidades e com algumas facilidades, entre elas a possibilidade de várias linhas em um mesmo *software* (equipamentos comerciais normalmente limitam em 2 ou 3 linhas), a possibilidade do usuário logar seu ramal em qualquer máquina, caso utilizados em notebooks, a possibilidade de serem utilizados em qualquer ponto de rede ligado a rede ethernet seja ele físico ou *wireless*. Da mesma forma que

a central telefonica, há vários softwres gratuitos de softphone, entretanto alguns com limitações comerciais, impedindo o uso na CEEE-GT.

Na busca de um *softphone* que pudesse oferecer todas as ferramentas já utilizadas na empresa, que se mostrasse estavel e que pudesse ser utilizado em ambiente empresarial, a equipe de engenharia de telecominicações encontrou em software denominado PhonerLite, desenvolvedor Heiko Sommerfeldt (ver Figura 2). Software rebusto, de fácil instalação e operação e que ainda possui atualização pelo seu desenvolvedor.

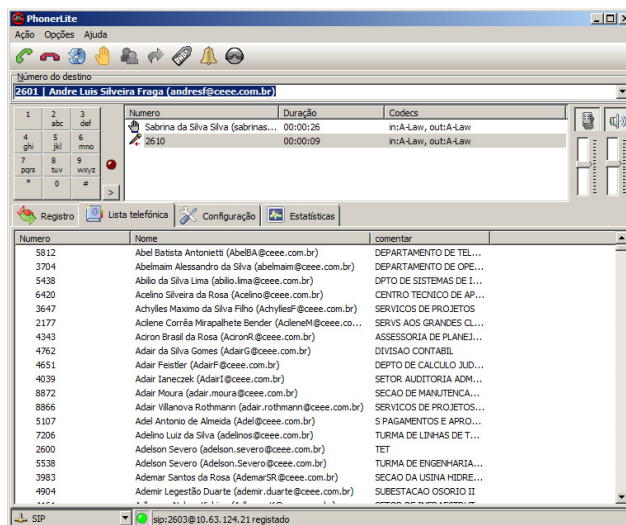


Figura 4 - Softphone PhonerLite

## 5.0 - RESULTADOS

Visto inicialmente como uma necessidade de operação, para utilização entre subestações e o COS, a ideia foi expandida para os setores de manutenção, engenharia e administrativas. Esta expansão permitiu a realização de um novo contrato para serviços de telefonia. Este que trouxe uma economia prevista de 70% nas contas da CEEE-GT, a Figura 5 mostra o desagio possibilitado por este novo contrato.

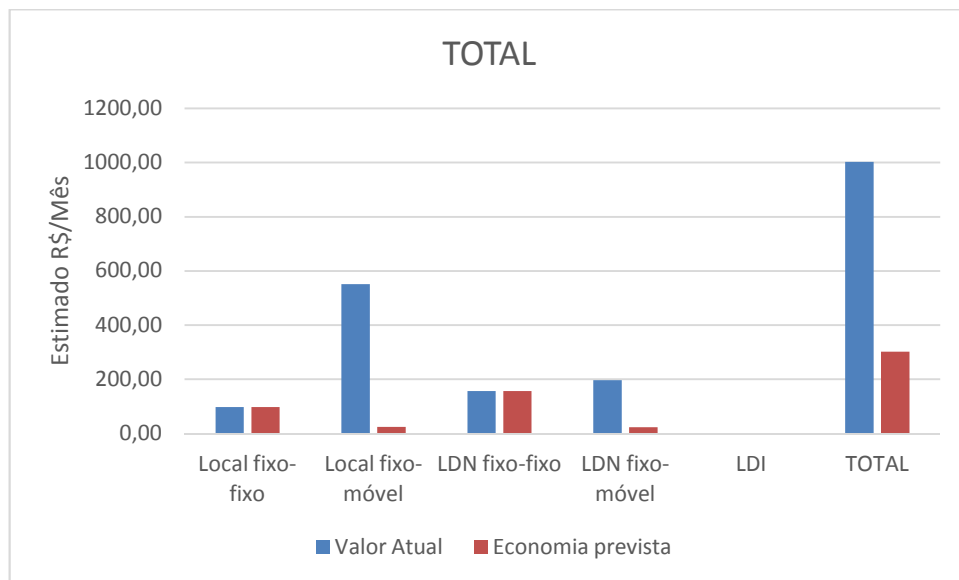


Figura 5 - Valores a serem economizados ao longo de 2015

Com a capacitação de mão de obra própria sobre a central Elastix, é possível o encerramento de contratos de centrais telefônicas legadas, proporcionando mais economia e agilidade na solução de problemas para a empresa. Além da facilidade de instalação do Elastix de forma virtualizada, podendo economizar com a infraestrutura, já que poderão ser utilizados outros serviços nos mesmo servidores físicos.

## 6.0 - CONCLUSÃO

A implantação do sistema VoIP para atendimento aos serviços de telefonia fixa e comutada é uma tendência de mercado que vem sendo adotada pela maior parte das empresas de diversos setores e nas instalações do sistema de transmissão de energia elétrica vem trazendo resultados positivos para a CEEE-GT. Entre eles podemos ressaltar o alinhamento com o mercado que vem desenvolvido cada vez mais funcionalidades para este tipo de tecnologia, a diminuição de custos com a manutenção de sistemas de centrais telefônicas proprietárias, redução da complexidade de infraestrutura telefônica, maior flexibilidade para o sistema como um todo e ainda vai ao encontro de uma tecnologia que tem se consolidando cada vez mais no mercado.

## 7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Documentação de Instalação e Manuais da central telefônica Elastix em <http://www.elastix.org/> de 2014
- (2) Documentação da central telefônica Asterisk em <https://wiki.asterisk.org> de 2014
- (3) Documentação de Instalação e Manuais do Softphone PhonerLite em <http://phonerlite.de/> de 2014
- (4) Documentação de Instalação e Manuais da ferramenta XenServer em <http://www.citrix.com/products/xenserver/overview.html> de 2014

## 8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

André Luis Silveira Fraga

Nascido no município de Porto Alegre, RS, em 18 de setembro de 1985.

Licenciando em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (2014)

Técnico em Eletrotécnica pela Escola Técnica Estadual Parobé (2008).

Técnico em Mecatrônica pelo SENAI Ney Damasceno Ferreira (2003).

Empresa: Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE-GT, desde 2008.

Atua no Departamento de Engenharia e Projeto de Telecomunicações – DEP, na Divisão de Telecomunicações, da CEEE-GT.

Sabrina da Silva Silva

Nascido no município de Rio Grande, RS em 06 de junho de 1980.

Técnico em Telecomunicações pela Escola Técnica Federal de Pelotas (1999)

Empresa: Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE-GT, desde 2001.

Atua na Equipe de Engenharia de Telecomunicações da CEEE-GT.

Felipe Tatsch

Nascido no município de Santa Cruz do Sul, RS, em 21 de novembro de 1984.

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS-RS (2009).

Empresa: Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE-GT, desde 2011.