



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

CB/GTL/17

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

## **GRUPO - XV**

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

#### **CFTV IP APLICADO À TELEOPERAÇÃO DE SUBESTAÇÕES TELEASSISTIDAS CHESF**

**Paulo Roberto de Freitas\***  
**CHESF**

**Wilton Justino Magnabosco**  
**CHESF**

## **RESUMO**

A competitividade do setor elétrico e perdas de receitas devido a renovação das concessões exigiu das empresas melhoria de seus processos, busca por novos ativos para ampliação de receitas, diminuição dos gastos operacionais e melhoria dos índices operacionais. Uma das estratégias está na modernização das instalações e a viabilidade da teleassistência, provendo melhoria de desempenho e maior eficiência operacional. Para maior confiabilidade operacional, uma das ferramentas implementadas pela CHESF é sistema de CFTV IP. Este artigo tem o propósito de reforçar a discussão sobre o uso do sistema de CFTV IP em subestações, sobretudo aplicado à teleoperação.

## **PALAVRAS-CHAVE**

**CFTV IP, TELEOPERAÇÃO, TELEASSISTÊNCIA.**

## **1.0 - INTRODUÇÃO**

O sistema de CFTV (Circuito Fechado de Televisão) por si só não é novidade na CHESF (Companhia Hidrelétrica do São Francisco). Desde a década de 90, com a implantação de seu primeiro sistema no Complexo de Usinas em Xingó (1), a CHESF tem desenvolvido aplicações, aprimorado seus processos e atualizado seus sistemas acompanhando o desenvolvimento tecnológico.

Quanto à aplicação, o sistema de CFTV CHESF foi concebido inicialmente para atendimento à segurança física de suas usinas e subestações. As imagens de várias câmeras distribuídas estrategicamente em pontos críticos e abrangendo toda área da instalação permitem aos operadores e aos vigilantes terem uma visão geral do parque monitorado em tempo real, de forma segura e possibilitando o registro das imagens em gravadores para futura consultas. Na sequência, o sistema de CFTV passou a ser utilizado também para apoio à operação local em usinas e subestações, auxiliando por meio de imagens do pátio e dos equipamentos, permitindo a visualização aproximada dos objetos com aproximação de até 30 vezes (zoom).

As novas regras de renovação das concessões, da Medida Provisória número 579 de 2012 aliado ao ambiente competitivo e as altas exigências das agências reguladoras, e de toda a sociedade tem exigido mudanças nos processos de gestão das empresas na busca de inclusão de novos ativos e o cumprimento das metas operacionais para conseguir aumento de receitas e diminuição de custeio, mas sem implicação de multas. Uma destas adequações está na tendência de operação das subestações através de centros de controle, diminuindo assim a quantidade de operadores (2).

(\*)Rua Delmiro Gouveia, San Martin- n° 333 – sala B 09 - Anexo I – CEP 50761-901 - Recife-PE - Brasil  
Tel: (+55 81) 3229-2343 – Email: paulorf@chesf.gov.br



Neste cenário, a grande potencialidade do sistema de CFTV não ficou restrito à operação local. As imagens das usinas e subestações passaram a ser distribuídas para os Centros de Supervisão de Imagens (CSI), para os Centros de Operação Regional (COR) e para outras instalações remotas (quando for atendida por um Posto de Atendimento Centralizado). Esta ampliação de utilização deve-se ao aprimoramento dos processos internos aliado à atualização do Sistema de CFTV.

Os primeiros sistemas de CFTV CHESF eram totalmente analógicos (câmeras analógicas, matriz de seleção de canais e gravadores com fitas magnéticas VHS). Com a popularidade e com o barateamento da rede de comunicação IP (Protocolo Internet), os sistemas de CFTV CHESF passaram a operar com tecnologia híbrida, ou seja, as câmeras continuaram a ser analógica, mas operavam na rede IP com auxílio de conversor de protocolos, os codificadores/decodificadores, e as fitas VHS foram substituídas por DVRs (Gravador de Vídeo Digital) permitindo um maior tempo de gravação em disco rígido sem a necessidade de troca das fitas VHS. A vanguarda é a atualização do sistema de CFTV totalmente IP e com o sistema de gerenciamento de imagem mais aberto de forma a permitir a integração entre diversos fabricantes.

A engenharia da Chesf, em conjunto com as equipes de segurança física, normativo da operação, equipes de manutenção e a contribuição dos operadores das diversas instalações aperfeiçoou o dimensionamento dos sistemas. Foram desenvolvidos procedimentos internos de condução e participação do processo, permitindo a melhoria na definição dos pontos críticos de visualização, tipo de câmera utilizada em cada aplicação (fixa ou móvel), quais características físicas e de funcionalidade que cada equipamento deve possuir de forma a obter um sistema que proporcione uma imagem de qualidade e ao mesmo tempo robusto para suportar as condições adversas de meio ambiente e de interferência eletromagnética das usinas e subestação. Isso possibilitou o desenvolvimento de uma especificação técnica detalhada que acompanha todo processo aquisitivo.

## 2.0 - TELEASSISTÊNCIA

As subestações teleassistidas são instalações de transmissão de energia elétrica em que sua supervisão, comando e controle são realizados remotamente por meio de equipamentos e sistemas que auxiliem as diversas ações necessárias à operação da subestação.

Na CHESF, as subestações teleassistidas contam com a presença de operadores mantenedores local em horário comercial formando a equipe dedicada da instalação. Nos demais horários as subestações são telesupervisionadas e telecomandadas remotamente a partir do Centro Regional de Operação ou por outra subestação remota chamada de Posto de Atendimento Centralizado (PAC ou PACR) (3).

As subestações teleassistidas já são uma realidade nas grandes empresas de transmissões mundiais dos EUA, Europa Ocidental e em alguns países da América do Sul. No Brasil e, particularmente na CHESF, não é diferente onde o número de subestações teleassistidas tem crescido anualmente. Na Figura 1 é mostrado o quantitativo anual de subestações teleassistidas que foram agregadas ao parque CHESF, destacado em azul as novas subestações que já foram concebidas para operar de forma teleassistidas, e em marrom as subestações existentes da CHESF que mudaram seu modelo de operação de assistidas para teleassistidas.

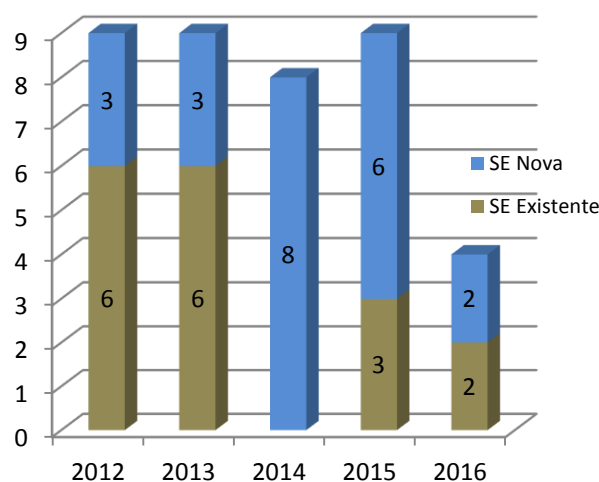


FIGURA 1 – Evolução Anual da Teleassistência



A Chesf possui 128 instalações, sendo 14 subestações elevadoras de tensão (Geradora), 96 subestações abaixadoras de tensão (Transmissoras) e 9 seccionadoras (Transmissoras). Além dessas, a Chesf é acessante (possui ativos) em nove subestações de propriedade de terceiros (4). Atualmente, 50% dessas instalações são teleassistidas e a previsão é que até o final de 2017 mais de 60% das subestações da Chesf operem nessa modalidade (Ver Figura 2). Até o final de 2018 está previsto o acréscimo de mais 14 instalações ao parque CHESF, totalizando 142 subestações com aproximadamente 63% teleassistidas (5).

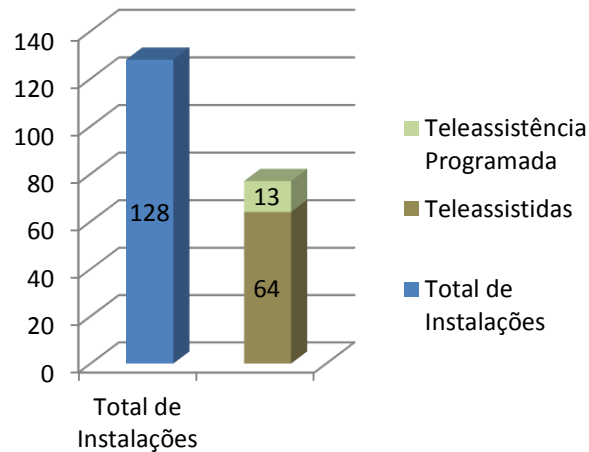


FIGURA 2 – Situação das Instalações Teleassistidas 2017

Algumas exigências do Procedimento de Rede dificultavam, ou mesmo impediam o processo de teleassistência, como por exemplo a retomada imediata da supervisão, controle e comando das instalações classificadas como relevantes e em no máximo 20 minutos para as demais instalações da rede de operação no caso de degradação ou perda dos recursos de teleassistência (6). Infelizmente a distância destas instalações para um centro urbano impedia este atendimento. A última revisão do Procedimento de Rede (7) exige assistência local ininterrupta apenas das instalações classificadas dos tipos E1, E2 e U3 que são as que possuem maior impacto de carga em um número maior de estados. Nas demais instalações passou a exigir redundâncias de equipamentos, porém o tempo de retomada de supervisão foi flexibilizado para o tempo suficiente que não atrapalhe o processo de recomposição.

Os Sistemas de monitoramento de chaves seccionadoras não são confiáveis, principalmente devido ao grande número de equipamentos com elevado tempo de uso, necessitando de procedimentos operacionais que compensem esta incerteza (8). Os Normativos da Chesf exigem a confirmação visual no pátio da subestação do resultado de cada manobra realizada. Nas subestações teleassistidas o sistema de CFTV IP configura-se como um importante recurso na redução dos tempos de recomposições de instalações ou sistema quando em contingenciamento. Atualmente para o fechamento das seccionadoras ainda é exigida a supervisão visual no pátio, porém para o caso de abertura das chaves, a verificação do estado final após a manobra pode ser feita através das imagens do CFTV. Assim, o sistema de CFTV IP agrega informações em conjunto ao sistema SCADA (Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados) da subestação subsidiando os operadores nas tomadas de decisões das ações necessárias.

Uma das necessidades desejáveis de uma Subestação para teleassistência é a implantação de um sistema de monitoramento de imagens (CITV), com supervisão no Centro Regional de Operação de Sistema ou em um Posto de Atendimento Centralizado permitindo apoio operacional e que este mesmo sistema de CITV permita auxílio a segurança física e envio para o Centro de Supervisão de Imagens Regional que possui monitoramento durante as 24 horas (3). Esta utilização permite menores custos de deslocamento necessários para constatação de manobras de equipamentos e para verificação de violações físicas da área. A outra vantagem é na diminuição do número de furtos e invasões (9).

### 3.0 - SISTEMA DE CFTV IP CHESF

Na CHESF, atualmente, 63% das subestações possuem sistema de CFTV IP contratados e/ou operantes. Nas subestações teleassistidas 51% já possuem sistema de CFTV IP contratado e/ou operando. A perspectiva é expandir o vídeo monitoramento a todas instalações.

Numa subestação 230/69kV típica da CHESF, são instaladas, em média, 8 câmeras móveis e 5 câmeras fixas voltadas para auxílio à operação e a segurança física. As câmeras são posicionadas em pontos estratégicos, de forma a possibilitar a visão panorâmica dos equipamentos de pátio e das áreas de acesso às edificações tais como Salas de Comando, Salas de Relés e Sala de Telecomunicações.



Especificamente para a operação são utilizadas câmeras móveis do tipo PTZ ( *Pan, Tilt e Zoom*) possibilitando um movimento de 360° na horizontal, 180° na vertical (+90° a -90°) e aproximação de imagem de até 30 vezes. As câmeras podem ser controladas a partir de um terminal de monitoramento local (na sala de comando da própria subestação) ou remotamente (na sala de comando de uma subestação remota ou no COR) com auxílio de um console de comando (joystick) ou mouse do computador. As câmeras são providas de visão noturna (day/night) e são munidas de projetores infravermelhos integrados que são ligados automaticamente quando a iluminação cai abaixo de 0,01 lux. As câmeras também possuem a funcionalidade de gravar presets (posições predeterminadas) e rondas (movimentos contínuos gravados que são repetidos periodicamente automaticamente). As câmeras instaladas transmitem as imagens digitalizadas via rede IP até o bastidor de CFTV local por fibras ópticas. Os conversores de sinal eletro-óptico das câmeras são instalados dentro de caixas à prova de tempo no poste da câmera, onde também são acomodados os outros itens necessários à alimentação elétrica, proteção e conexão. As câmeras têm a capacidade de gerar até 3 fluxos de vídeos simultâneos com características distintas de forma a ser possível ter configurações de vídeo diferentes para visualização ao vivo, para gravação e transmissão remota via canal de telecomunicação (10).

As imagens são gravadas localmente em Gravadores de Vídeo Digital com capacidade de redundância de armazenamento de dados de informação, redundância de fonte de alimentação e de cabo de dados. As imagens gravadas são armazenadas por pelo menos 30 dias contínuos atendendo ao normativo da empresa. Os gravadores possuem a capacidade de gravar áudio e gerenciar a comunicação de voz bidirecional (Essa função ainda não foi implementada na CHESF). Os gravadores em conjunto com o software de gerenciamento de imagem também possuem a capacidade de análise de vídeo e de gerenciamento de alarmes.

Todas as imagens, alarmes, comandos e controles do sistema de CFTV da Subestação são disponibilizados tanto na própria Subestação quanto no CSI, no COR e na subestação remota via sistema de telecomunicação. O sistema de CFTV IP pode ser controlado em todas estas localidades possibilitando a teleoperação. Para isso, são reservados no sistema de telecomunicação da CHESF canais de 2Mbps para transmissão simultânea das imagens, dos alarmes, dos comandos e dos controles, criando uma rede própria de transmissão do CFTV (segregado da rede corporativa da empresa).

A Figura 3 mostra o diagrama simplificado de uma subestação típica da CHESF e a Figura 4 mostra o diagrama simplificado do acesso remoto das imagens, dos alarmes, dos comandos e dos controles das subestações teleassistidas.

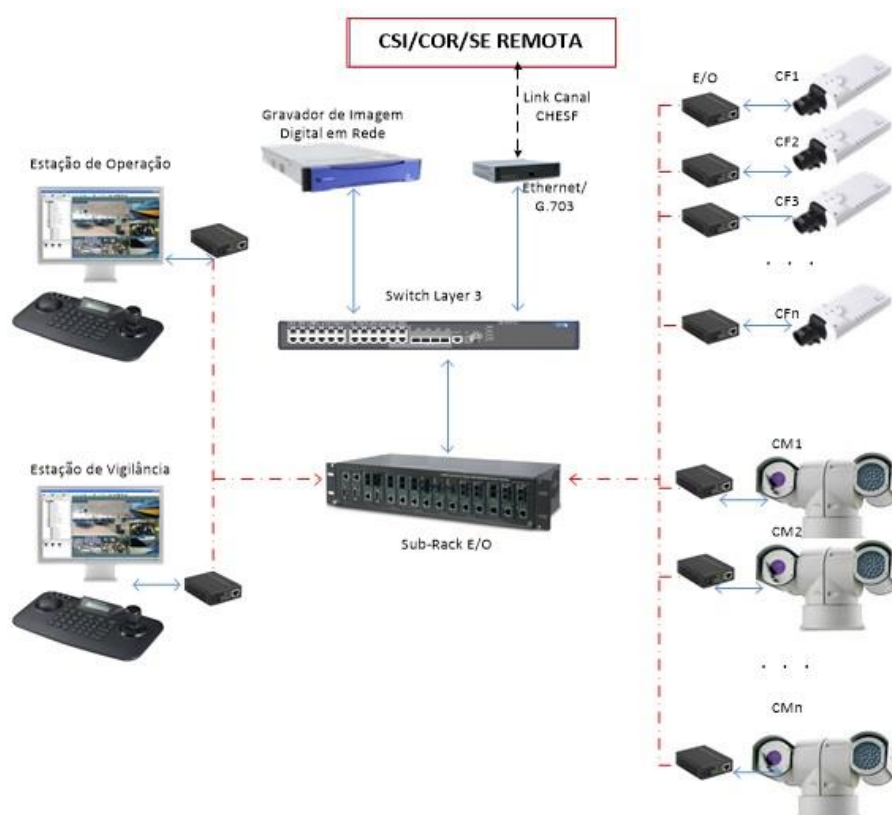


FIGURA 3 – Diagrama Simplificado da Subestação



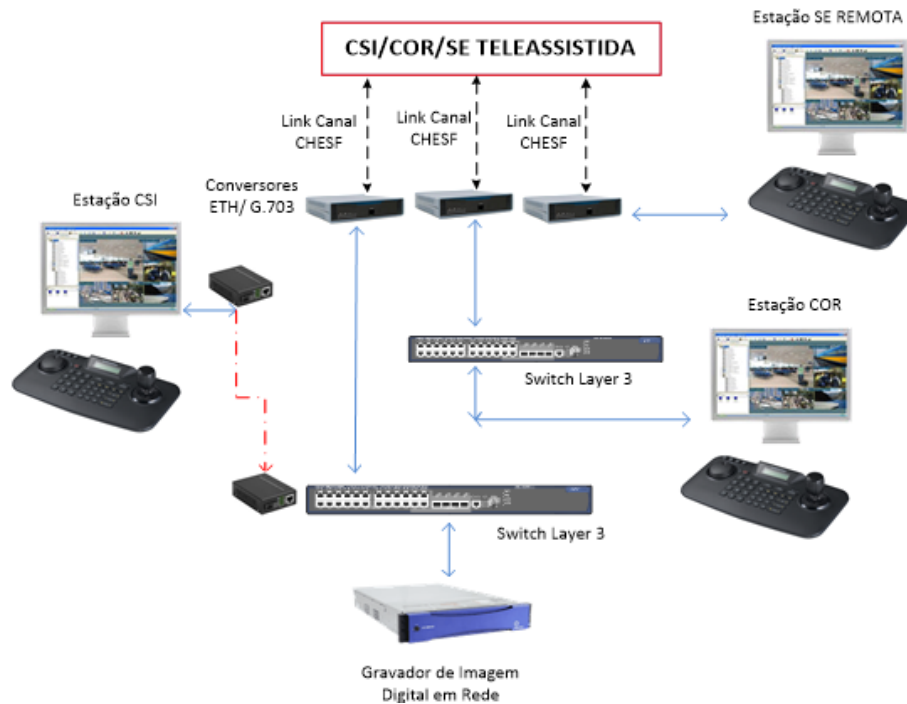


FIGURA 4 – Diagrama Simplificado Acesso Remoto

A CHESF é geograficamente dividida em 6 regionais abrangendo os estados do nordeste brasileiro (exceto o estado do Maranhão). Cada regional possui um CSI e um COR que recebem as imagens e alarmes e enviam os comandos possibilitando o controle do sistema de CFTV das subestações da sua regional por meio da rede de telecomunicações. Para isso, é utilizado switches fazendo o roteamento (camada 3 do no modelo OSI) via protocolo TCP/IP. Com essa facilidade de acesso remoto às imagens e demais informações que o sistema apresenta, o CFTV IP passou a ser uma ferramenta importante e aliada a teleoperação de subestações teleassistidas.

Em um sistema elétrico complexo, de grandes dimensões e interligado como o brasileiro, a segurança e rápida recomposição em caso de falhas é fundamental para o seu equilíbrio. Assim, ao mesmo tempo que as empresas buscam o aumento do número de subestações teleassistidas para melhorar seus desempenhos financeiros e empresariais, deve-se melhorar a automatização das subestações e buscar recursos que auxiliem no aumento da confiabilidade operacional como o CFTV IP. O desenvolvimento de normas, procedimento e prioridades é fundamental para utilizar esta ferramenta da melhor forma explorando todo seu potencial. Como exemplo, na CHESF foi definido que os posicionamentos das câmeras são escolhidos visando priorizar a visualização das chaves de posição 5 (linha) e posição 4 (barra) que são as chaves mais importantes para recomposição do sistema elétrico da subestação (seccionadoras isoladoras). Depois busca-se visualizar pelo menos o estado aberto das demais seccionadoras da subestação.

Para facilitar a visualização correta das chaves seccionadoras (lâminas) estão sendo desenvolvidos padrões de identificações a fim de melhor viabilizar uma operação remota por meio do CFTV IP via subestação remota e/ou COR. Os primeiros estudos apontam para que a identificação operacional seja realizada junto aos polos das chaves, de modo que esta seja visível quando a imagem da chave for selecionada. Tal medida tem como objetivo garantir que a imagem disponibilizada ao operador corresponda de fato à chave desejada (Ver Figura 5).





FIGURA 5 – Identificação da Chave Seccionadora tipo lâmina com dupla abertura lateral.

#### 4.0 - CONCLUSÃO

O Processo de Teleassistências das Subestações é uma tendência que não deve parar até atingir todas as instalações possíveis de acordo com o Procedimento de Rede do ONS. A redução dos custos operacionais é o principal motivo para crescimento do número de instalações teleassistidas e o sistema de CFTV IP agrega segurança às sinalizações verificadas no supervisão. O sistema de CFTV IP é uma ferramenta de contrapartida que contribui para rápida recomposição do sistema, reduz a Parcela Variável a ser paga em caso de interrupção da operação do sistema elétrico e dá mais segurança ao operador, à instalação e ao Sistema Interligado Nacional. Na Chesf a utilização do sistema de CFTV IP já é uma realidade em algumas subestações e a demanda por esse serviço tende a aumentar.

Outras opções e funcionalidades que ainda não são exploradas pela CHESF podem ser utilizadas como ferramenta para operação, para segurança e para manutenção das subestações. Uma delas é a utilização do áudio bidirecional que pode servir de alerta para segurança física como também serve para apoio operacional e de manutenção remota. Outra opção são as câmeras térmicas que podem detectar invasões nos locais de baixíssima ou nenhuma luminosidade. Também poderá realizar a visão termográfica dos equipamentos e barramentos da subestação detectando pontos quentes e de falhas contribuindo para a operação e manutenção preventiva.

Toda a gama de funcionalidades ainda não exploradas está à disposição e serve como desafio de trabalho para a engenharia da CHESF.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Domingos V. Filho, Reginaldo P. Leal, Alfredo P. Teixeira e Hélio B. de Menezes; Sistema de Circuito Fechado de Televisão no Suporte a Atividades Operacionais do Sistema Elétrico; XVII SNPTEE, 2003.
- (2) Gomes B., Souza, R., Araújo J., Santos, O., Santos R., Brito R.; Telecomando em subestações assistidas; XXII SNPTEE, 2013.
- (3) CHESF/DOS; Termo de Referência para Teleassistência de Instalações da Transmissão. JUN/08.
- (4) CHESF; [www.chesf.gov.br](http://www.chesf.gov.br).
- (5) CHESF/DOMO; Boletim Teleassistência JAN/17.
- (6) Audiência Pública n 049/2008 – Aprimoramento de Ato Regulamentar sobre os Procedimentos de Rede, NOV/08.
- (7) Operador Nacional do Sistema Elétrico. Submódulo 10.14 – Requisitos operacionais para centros de operação, subestações e usinas da rede de operação, Revisão 2016.12. Disponível em: <http://www.ons.com.br>



(8) Souza Jr.J., Hortencio C. A., Sambinelli D., Costa E. F., Ribas G. H. S., Zandonay R.; Desenvolvimento de um Sistema de Processamento Digital de Imagens para Supervisão de Chaves Seccionadoras de 138kV da Elektro; XIX SENDI, 2010.

(9) Bastos M. R.; Machado M. S. L.; Sistema de Monitoramento Visual em Tempo Real para Operação Remota de Subestações de energia da CTEEP; XX SNPTEE, 2009.

(10) CHESF/DESC; Especificação Técnica do Sistema de CFTV.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Paulo Roberto de Freitas  
Carpina, 09/02/1985

Graduação em Engenharia Elétrica-Eletrônica pela UFPE, Recife, 2009.  
Mestrado em Engenharia Elétrica-Eletrônica pela UFPE, Recife, 2011.  
Engenheiro CHESF no Departamento de Comissionamento e Automação  
Atuação na área de automação de subestações, redes, CFTV e cabeamento estruturado.



Wilton Justino Magnabosco  
Uberlândia, 29/09/1979

Graduação em Engenharia Elétrica-Eletrônica pela UFU, Uberlândia, 2002.  
Especialização em Gerenciamento de Projetos pela FGV, Recife, 2014  
Engenheiro CHESF no Departamento de Comissionamento e Automação  
Atuação na área de automação de subestações, redes, CFTV e cabeamento estruturado.