

# CONTRIBUIÇÕES DAS ENGENHARIAS CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA EM UMA EMPRESA DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A. de Brito Filho<sup>1</sup>, C.H.O. Rocha<sup>1</sup>, L.O.R. Sampaio<sup>1</sup>, R.C.O. Motta<sup>1</sup>, W.A. Pinheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FURNAS Centrais Elétricas SA, Rio de Janeiro, Brasil

Comissão III - Cartografia

## RESUMO

FURNAS Centrais Elétricas SA, sociedade de economia mista subsidiária da ELETROBRAS, foi criada em 1957. Seu complexo gerador compõem-se de 23 usinas hidrelétricas, 2 termelétricas e 3 parques eólicos. O parque transmissor concentra mais de 24 mil km de linhas, possuindo ainda 71 subestações. O ciclo de implantação de uma usina hidrelétrica compreende cinco etapas: Estimativa do Potencial Hidroelétrico; Estudo de Inventário Hidroelétrico; Estudo de Viabilidade; Projeto Básico e; Projeto Executivo. Em seguida iniciam-se as fases de Operação e Manutenção. No tocante à Transmissão, o processo de documentação da ANEEL para a outorga de uma nova instalação a ser integrada à Rede Básica passa por quatro fases distintas, caracterizadas por meio dos relatórios: R1; R2; R3 e; R4. Os profissionais de Engenharia Cartográfica e Agrimensura pertencentes ao corpo técnico de FURNAS atuam também nas equipes que fazem a gestão sócio-patrimonial de seus empreendimentos. Dentro deste contexto, as Engenharias Cartográfica e de Agrimensura possuem papel de alta relevância em todas as fases, conforme será descrito neste artigo.

**Palavras chave:** Energia Elétrica, Usinas Hidroelétricas, Linhas de Transmissão.

## ABSTRACT

FURNAS Centrais Elétricas SA, a subsidiary of ELETROBRAS, was created in 1957. Its generator complex consists of 23 hydroelectric plants, 2 thermoelectric plants and 3 wind farms. The transmitter park concentrates over 24 thousand km of lines, with 71 substations. The cycle of implantation of a hydroelectric plant comprises five steps: Hydroelectric Potential Estimation; Hydroelectric Inventory Study; Viability study; Basic Project and; Executive Project. Then the Operation and Maintenance phases are started. With regard to Transmission, ANEEL's documentation process for granting a new installation to be integrated into the Basic Network goes through four distinct phases, characterized by reports: R1; R2; R3 and; R4. The professionals of Cartographic Engineering and Surveying belonging to the technical staff of FURNAS also work in the teams that carry out the socio-patrimonial management of their enterprises. Within this context, the Cartographic and Surveying Engineering have high relevance in all phases, as will be described in this paper.

**Keywords:** Electrical Energy, Hydroelectric Plant, Transmission Lines.

### 1- INTRODUÇÃO

FURNAS Centrais Elétricas SA, sociedade de economia mista subsidiária da ELETROBRAS e vinculada ao Ministério de Minas e Energia, foi criada em 1957 para garantir energia ao processo de industrialização e urbanização nacional, por meio da construção da primeira hidrelétrica de grande porte do país, a UHE Furnas. Seu complexo gerador é composto por: 23 (vinte e três) usinas hidrelétricas, sendo 6 (seis) próprias, 6 (seis) sob administração especial, 2 (duas) em parceria com a iniciativa privada e 9 (nove) em Sociedades de Propósito Específico

(SPEs); 2 (duas) termelétricas e; 3 (três) parques eólicos. O parque transmissor concentra mais de 24 (vinte e quatro) mil km de linhas, das quais 3.528 km sob a forma de participação em SPEs, possuindo ainda 71 (setenta e uma) subestações (51 próprias, 19 em SPEs e uma em Parceria Público Privada, PPP).

Segundo Motta (2015, p.1), a sustentabilidade econômica de um país se dá pela sua capacidade de prover energia para o desenvolvimento de sua produção, de forma confiável, competitiva, bem como ambientalmente sustentável. Deste modo, FURNAS tem por missão atuar com excelência empresarial e

responsabilidade socioambiental no setor de energia elétrica, contribuindo para o desenvolvimento da sociedade.

FURNAS atua em todas as fases de um empreendimento de energia elétrica, desde os estudos até a operação e a manutenção e, em muitos casos, na transmissão da energia gerada. Vale ressaltar que FURNAS é responsável pela transmissão de parte da energia gerada por Itaipu Binacional. Dentro deste contexto, as Engenharias Cartográfica e de Agrimensura possuem papel de alta relevância em todas as fases. O presente trabalho tratará da contribuição dada por estas engenharias nas diversas fases em que FURNAS participa.

## 2- GERAÇÃO

Neste item serão relatadas algumas atividades das Engenharia Cartográfica e de Agrimensura no tocante à Geração da energia elétrica, desde os estudos para a construção do empreendimento até a operação e a manutenção do mesmo.

### 2.1. Usina Hidrelétrica (UHE)

Segundo Eletrobras (2007, p. 24), o ciclo de implantação de uma usina hidroelétrica compreende cinco etapas, a saber, Estimativa do Potencial Hidroelétrico, Inventário Hidroelétrico, Viabilidade, Projeto Básico e Projeto Executivo. Nestas fases, as Engenharias Cartográfica e de Agrimensura se destacam como produtoras de dados basilares em que as atividades das demais especialidades se assentarão. A seguir serão descritas algumas atividades desenvolvidas nestas fases.

#### 2.1.1. Estimativa do Potencial Hidroelétrico

Esta etapa é realizada em escritório, utilizando o mapeamento sistemático e outras fontes acessíveis, visando obter um conhecimento preliminar da região a ser estudada. Devem ser verificados mapeamentos existentes, por exemplo, o voo AST-10, da USAF (Força Área Americana).

#### 2.1.2. Inventário Hidroelétrico

Caracteriza-se pelo mapeamento do corpo hídrico em busca de locais com potencialidade para a construção de barragens. Por sua vez, Eletrobras (2007, p. 26) divide esta etapa em quatro fases: Planejamento do Estudo; Estudos Preliminares; Estudos Finais e; Avaliação Ambiental Integrada da Alternativa Seleccionada. Nos estudos do Inventário, a busca se dá pela caracterização geométrica da região.

Como o mapeamento é de grande extensão, são exigidos levantamentos aéreos, tais como, Perfilamento a Laser Aerotransportado, RADAR

Interferométrico Aerotransportado ou Levantamento Aerofotogramétrico, visando à elaboração de um Modelo Digital de Terreno (MDT), do possível local do barramento e do reservatório a ser formado.

Além disso, são necessários levantamentos localizados, tais como: seções topobatimétricas nos possíveis locais barráveis; georreferenciamento das investigações geológico-geotécnicas (sondagens) e hidrológicas (estações de medição fluviométricas). Devem ser cubadas possíveis áreas de empréstimos e de botafora.

Para a consecução de tais levantamentos, gerais ou pontuais, faz-se necessária a realização de etapas preliminares: reconhecimento de campo; transporte de coordenadas planimétricas via Global Navigation Satellite System (GNSS), ver Fig. 1; transporte de altitude via nivelamento geométrico, tendo em vista que a caracterização altimétrica é de grande importância nos empreendimentos para geração de energia hidrelétrica, pois a queda d'água entrará no cálculo da energia a ser gerada por determinado empreendimento.



Fig. 1 – Levantamentos GNSS. Fonte: O Autor.

Como em um mesmo rio pode haver diversos empreendimentos, é importante que os levantamentos estejam no mesmo referencial e, de preferência, vinculados ao Sistema Geodésico Brasileiro.

O resultado desta fase é um conjunto de locais barráveis, hierarquizados por seu custo de implantação, benefícios energéticos e impactos socioambientais. Terminada esta etapa deve ser solicitada a Licença Prévia (LP) junto ao órgão licenciador (ELETROBRAS, 2007, p. 24).

#### 2.1.3. Estudo de Viabilidade

Consiste na escolha de um dos locais barráveis inventariados para ser estudado com maior detalhamento, baseando-se em uma análise multicritério, tais como, técnicos, energéticos, econômicos e socioambientais. (ELETROBRAS, 2007, p.24).

Nesta fase, os estudos realizados no Inventário serão mais bem explicitados, sendo realizados novos

levantamentos. Além disso, aqueles realizados na fase anterior devem ser consistidos, pois muitas vezes são levantamentos antigos e com metodologias obsoletas.

Nos locais dos eixos inventariados, são realizados levantamentos topobatimétricos de maior extensão, abrangendo uma área e não somente a linha do eixo, estes levantamentos devem ser de grande precisão, pois serão a base dos estudos de arranjo do futuro empreendimento. Além disso, são realizadas seções topobatimétricas ao longo do futuro reservatório para caracterizar o remanso do empreendimento. Novos marcos de concreto devem ser implantados no futuro eixo do empreendimento que servirão para a locação do empreendimento. Novas investigações geológico-geotécnicas e hidrológicas podem ser necessárias e deverão ser referenciadas ao mesmo sistema utilizado na fase de inventário.

Tendo sido encerrada esta fase, os resultados são enviados para a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e serão utilizados para o cálculo do valor do empreendimento a ser leilado. Recebe a concessão da usina hidroelétrica, a empresa que garantir o menor preço para o kWh a ser gerado.

A empresa ou grupo de empresas responsável pelo Estudo de Viabilidade deve apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA) para que o empreendimento possa ir a Leilão, sendo necessário que o órgão ambiental licenciador aprove os estudos e forneça a LP.

#### 2.1.4. Projeto Básico

Esta fase se inicia após o leilão e será realizada pela empresa vencedora. Os dados obtidos das fases anteriores devem ser consistidos, verificando tanto o aspecto quantitativo (precisão) quanto a abrangência dos mesmos. Assim, levantamentos complementares devem ser realizados visando aumentar o conhecimento do local do empreendimento.

Durante o Projeto Básico deve ser elaborado o Projeto Básico Ambiental (PBA) e ao final do estudo, deve ser solicitada a Licença de Instalação (LI). Para passar a próxima fase dos estudos, o órgão ambiental licenciador deve aprovar os estudos e fornecer a LI.

#### 2.1.5. Projeto Executivo

É a fase imediatamente posterior ao Projeto Básico em que ocorre a implantação propriamente do empreendimento. Nesta fase, as Engenharias Cartográfica e de Agrimensura colaboram com a demarcação dos pontos de construção, tanto em seu aspecto planimétrico quanto altimétrico, especificando tecnicamente a metodologia a ser aplicada.

É importante que sejam verificados os referenciais da obra, principalmente em relação à altimetria, tendo em vista o reajustamento da Rede

Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2011 (IBGE, 2011). Nesta fase são materializados os limites do reservatório, implantadas em campo as altitudes da: APP; Desapropriação e; máxima operacional. Durante o Projeto Executivo, as medidas ambientais solicitadas pelo órgão ambiental devem ser postas em prática e, ao final do estudo, deve ser solicitada a Licença de Operação (LO). Para que o empreendimento possa operar, o órgão ambiental licenciador deve aprovar os estudos e fornecer a LO.

#### 2.1.6. Operação e Manutenção

Após a construção do empreendimento iniciam-se as fases de Operação e Manutenção, nestas fases colabora-se com:

- Elaboração de levantamentos de alta precisão para monitoramento de deslocamentos horizontais e verticais das estruturas civis, utilizando para o monitoramento dos deslocamentos horizontais, técnicas GNSS ou Estações Totais e para o monitoramento dos deslocamentos verticais, nivelamento geométrico, ver Fig. 2;



Fig. 2 – Monitoramento geodésico para detecção de deslocamentos horizontais. Fonte: O Autor.

- Monitoramento de acúmulo de sedimentos (assoreamento do reservatório) através de levantamentos topobatimétricos (Fig. 3), tendo em vista que o assoreamento está ligado à vida útil do empreendimento;

- Projeto e levantamentos topobatimétricos (Fig. 3) dos reservatórios para a revisão das curvas Cota x Área x Volume, curvas estas que são utilizadas no cálculo da energia elétrica a ser gerada pelo empreendimento;



Fig. 3 – Levantamentos Topobatimétricos. Fonte: O Autor.

- Confecção de base cartográfica para simulação de rompimento hipotético de barragem, tema que se tornou premente após o maior acidente ambiental brasileiro em Mariana-MG;

- Verificação de invasões em área de reservatório utilizando Sensoriamento Remoto.

### 3- TRANSMISSÃO

Neste item serão relatadas algumas atividades referentes à Transmissão da Energia Elétrica.

#### 3.1. Introdução

Constitui função da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), entre outras, realizar os estudos de planejamento para a definição da melhor alternativa de expansão da rede de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), cotejando sob o ponto de vista técnico, econômico e socioambiental as diferentes alternativas de expansão para cada área de atendimento do sistema de transmissão de energia elétrica brasileira e verificando a compatibilidade desta alternativa com o conjunto de ampliações previstas nos estudos de avaliação do plano decenal de transmissão (BRASIL, 2004). O programa das instalações de transmissão resultante será determinativo num horizonte de até 5 anos à frente, e uma proposta indicativa do 6º ao 10º ano. (EPE, EPE-DEE-RE-001/2005-R1).

O processo de documentação da ANEEL para a outorga de uma nova instalação a ser integrada à Rede Básica passa por quatro fases distintas, caracterizadas por meio dos seguintes relatórios:

R1: demonstração da viabilidade técnico-econômica e socioambiental;

R2: detalhamento técnico da alternativa de referência;

R3: caracterização e análise socioambiental do corredor selecionado para o empreendimento; e, por último,

R4: definição dos requisitos do sistema circunvizinho de forma a se assegurar uma operação harmoniosa entre a nova obra e as instalações existentes.

Dentre os relatórios destacados, o R3 está diretamente ligado às competências das Engenharias Cartográfica e de Agrimensura, uma vez que este relatório deve apresentar o resultado das avaliações socioambientais preliminares relativas ao corredor de passagem proposto e de análises in loco da exequibilidade do empreendimento, identificando uma diretriz preferencial para o encaminhamento da Linha de Transmissão (LT), do ponto de vista econômico e socioambiental, bem como sob o aspecto construtivo.

De acordo com a EPE, as informações a serem prestadas poderão variar significativamente, dependendo do porte da instalação a ser implantada e de restrições porventura existentes, constatadas durante a execução dos respectivos estudos, que devem abordar os seguintes tópicos:

a) Caracterização do Meio Físico (Climatologia; Recursos hídricos e uso da água; Geologia / geotecnia; Recursos Minerários; Geomorfologia; e Solos/aptidão agrícola);

b) Caracterização do Meio Biótico (Vegetação e uso do solo; Fauna e ecossistemas especiais e Áreas protegidas);

c) Caracterização do Meio Socioeconômico e Cultural (População e dinâmica demográfica; Economia regional; Infraestrutura viária e elétrica; Estrutura fundiária e áreas de conflitos; Educação, saúde e saneamento; Populações indígenas; Patrimônio Arqueológico e Histórico Cultural.);

d) Análise integrada das caracterizações realizadas para a identificação das áreas mais ou menos sensíveis à implantação do empreendimento no corredor;

e) Indicação da diretriz preferencial para a LT e extensão aproximada e;

f) Relatórios fotográficos.

Deste modo, para uma perfeita caracterização de um empreendimento de transmissão se faz necessária uma equipe multidisciplinar face aos tópicos acima descritos.

#### 3.2. Estudos do traçado de Linhas de Transmissão

Cabe ao engenheiro agrimensor e ou cartógrafo utilizar-se de técnicas de Topografia, Geodésia, Cartografia e Geoprocessamento para elaborar os estudos do traçado preliminar e sua diretriz preferencial.

Para a elaboração desses estudos e dos projetos básico e executivo necessários à implantação de uma LT, são realizados diversos levantamentos de campo, tais como, levantamento dos meios físicos, biótico e antrópico, análise integrada (ARAÚJO, 2005), levantamento topográfico e geodésico para elaboração dos desenhos de Planta de Traçado (e suas alternativas), Planta e Perfil e Travessias, dados meteorológicos e geotécnicos, dados fundiários, dentre outros elementos.

O traçado de uma LT é escolhido dentro de um corredor de referência, considerando uma diretriz e definindo um traçado preferencial a ser analisado profundamente, considerando-se aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Para a definição destas alternativas, são utilizadas cartas topográficas, imagens

de satélites, estudos aerofotogramétricos, banco de dados geoespaciais, dentro outros elementos.

Entretanto, para um estudo de traçado de qualidade, não podem faltar, as investigações in loco, visando o conhecimento de eventuais projetos a serem implantados na região, os acidentais naturais e artificiais não contemplados nas cartas e imagens, os acessos à linha de transmissão, além de outros estudos a serem desenvolvidos que deverão considerar entre outros aspectos, o tipo de solo, características das desapropriações e indenizações, travessias, aproximações de áreas densamente populosas, proximidades de Zona Fresnel (feixe de micro-ondas), reservas biológicas e áreas protegidas, áreas de exploração mineral, aproximações de aeródromos e aeroportos, sítios arqueológicos, dentre outros elementos necessários para perfeita caracterização do traçado em estudo.

Segundo Araújo (2005), as diretrizes para o estudo de corredores de linhas de transmissão estão cada vez mais buscando uma metodologia que integre as variáveis socioambientais e as variáveis técnico-econômicas, visando obter uma definição das áreas mais adequadas e favoráveis para a implantação da LT, minimizando as interferências e impactos ao meio ambiente.

### 3.2.1. Estudo de corredor em cartas topográficas, imagens de satélite e ortofotos

O corredor a ser estudado é definido em cartas com escalas entre 1:100.000 até 1:5.000, dependendo do comprimento da LT. Após esse corredor ser proposto, são elaboradas, a partir de uma diretriz básica, alternativas para a Linha de Transmissão, a serem estudadas, até a definição de uma diretriz preferencial.

Segundo Araújo (2005), para executar a análise integrada, o corredor em estudo já foi definido em função das principais características como: núcleos urbanos, áreas protegidas e principais obstáculos. A escolha da região do corredor é realizada mediante ao cadastramento das principais informações na carta topográfica ou no software de Geoprocessamento construindo o Sistema de Informação Geográfica (SIG) da LT. Na Fig. 4, há um exemplo de estudo de corredor para uma Linha de Transmissão.

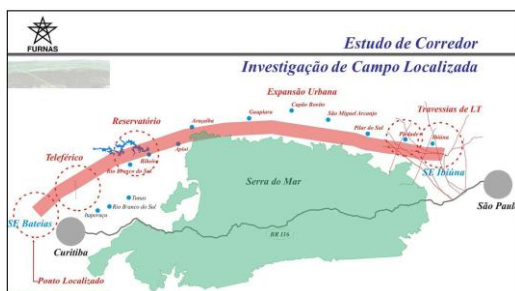


Fig. 4 – Estudo de Corredor. Fonte: MOTA (2011, p.14)

### 3.2.2. Investigação de campo localizada

São identificados pontos localizados, pontos de expansão urbana, pontos de travessias importantes, obstáculos como aeroportos e aeródromos, ferrovias e rodovias, áreas de exploração mineral (DNPM), dentre outros elementos julgados como interferências para convivência com a LT.

### 3.2.3. Percurso do corredor em estudo

Consistem na análise e reconhecimento do corredor proposto, levantamento de dados geológicos, sócio patrimonial, ocupação humana e meio ambiente na qual são elaborados os seguintes relatórios: EIA, RIMA e PBA.

### 3.2.4. Inspeção de campo

Identificação criteriosa de pontos específicos, consultas às Prefeituras dos municípios atravessados, informações sobre novos projetos e expansão urbana, seja através de implantação de loteamentos ou qualquer outro empreendimento, além do mapeamento das reservas biológicas e áreas protegidas.

### 3.2.5. Levantamento de dados

São identificados os órgãos públicos, concessionárias, ocupação urbana detalhada com levantamento fundiário, atividades agroindustriais, recursos minerais e aeródromos existentes e projetados, paralelismo com outras linhas de transmissão, bem como a elaboração de relatórios fotográficos dos pontos de maior relevância.

## 3.3. Levantamento Topográfico Cadastral, Implantação do Traçado, Perfil e Planta

### 3.3.1. Implantação do traçado

Terminado todo o processo de escolha entre alternativas de traçado preliminar faz-se a materialização no campo da opção escolhida. Nesta etapa são iniciados os trabalhos que serão utilizados no projeto executivo. A materialização do traçado consiste em implantar no campo, marcos de concreto, bandeiras de sinalização nos vértices e em pontos estratégicos de forma a orientar as equipes multidisciplinares envolvidas nestes empreendimentos.

A planta do traçado é representada em desenho de escala 1:50.000, 1:25.000 ou maior de acordo com o comprimento da LT. Para a implantação são usados receptores GNSS de dupla frequência (L1/L2), por meio da técnica de levantamento no modo diferencial RTK (Real Time Kinematic) ou no método

pós-processados em conjunto com estações totais de alta precisão.

Segundo Silva e Segantine (2015), devido a sua facilidade de uso, rapidez e precisão, a técnica de levantamento RTK tornou-se a técnica preferencial nos levantamentos topográficos. A disponibilidade da posição de um ponto em tempo real e com uma frequência de 20 Hz permite que a técnica seja utilizada nos mais diversos ramos da aplicação da Geomática.

Após a implantação dos vértices, são determinadas de forma precisa as distâncias das tangentes da LT. Essas distâncias são obtidas após o ajustamento em marcos geodésicos de Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) mantida pelo IBGE. Assim, as coordenadas dos vértices ajustadas no Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) são consideradas como corretas, sendo utilizados para compensar os erros originados no levantamento do perfil e planta, que pode ser realizado pelo processo de medições eletrônicas com uso de estação total, sistemas GNSS com o uso da técnica de levantamento no modo diferencial RTK e pós-processados ou pelo método remoto com a aplicação da tecnologia do perfilamento a laser.

Segundo Esteio (2008), o perfilamento laser (aerotransportado), é um sistema de sensoriamento remoto que utiliza plataformas aéreas para obter dados da superfície do terreno e altura dos objetos utilizando feixes de laser. Essa tecnologia combinada com outros produtos cartográficos permite gerar Modelos Digitais de Elevação (MDE) e MDTs, com diversas aplicações em mapeamento planialtimétrico.

O sistema LIDAR foi um dos desenvolvimentos tecnológicos mais importantes do final do século passado. Baseia-se no cálculo da distância entre o sensor e a superfície, utilizando o intervalo de tempo entre a emissão do pulso e o seu retorno. Possui três componentes básicas: uma unidade de medição laser, encarregada de emitir e receber o sinal laser; um sistema de varredura óptico mecânico e; uma unidade de registros de medições de apoio (GNSS) que combinados fornecem pontos com precisão centimétrica.

Após a conclusão do traçado da LT são apresentados os projetos cartográficos de implantação do traçado nas cartas topográficas digitais e ou nas ortofotos, uma vez que os parâmetros geodésicos/cartográficos deverão sempre ser levados em consideração nesses projetos. Com o traçado da LT implantado, são iniciados os trabalhos de levantamento planialtimétrico e cadastral que dão origem ao Perfil e Planta, Folha de Dados de Travessia e Planimetria de Obstáculos, bem como o requerimento de Declaração de Utilidade Pública (DUP) de acordo com as normas estabelecidas pela ANEEL.

A Agência estabelece, na Resolução Normativa N° 560, de 02 de julho de 2013, os procedimentos gerais para requerimento da DUP, para fins de desapropriação e de instituição de servidão administrativa, de áreas de terra necessárias à implantação de instalações de concessionários, permissionários e autorizados de energia elétrica.

Com todas as coordenadas UTM dos vértices definidas, são determinadas as distâncias horizontais entre os vértices a partir da transformação das distâncias planas UTM em distâncias topográficas.

Para todo e qualquer trabalho de engenharia, há necessidade do conhecimento de coordenadas com significado físico, e somente com esses dados deve-se apresentar o perfil/planta e o projeto topográfico/geométrico do traçado da LT. As distâncias apresentadas devem ser de natureza topográfica, assim como as altitudes devem ter características físicas. Dessa forma, evitam-se erros na etapa construtiva, uma vez que são consideradas as distâncias horizontais no Plano Topográfico Local (PTL).

O PTL desconsidera a curvatura da Terra e é perpendicular a vertical do lugar no ponto da superfície terrestre considerado como origem do levantamento (NBR14166, 1998). Ele representa uma alternativa aos sistemas UTM, facilitando os cálculos e simplificações nas aplicações topográficas. O uso da projeção UTM em locação, requer a transformação da distância plana na sua equivalente na superfície topográfica, através da aplicação do coeficiente de deformação linear ( $k_r$ ) e do fator de ampliação devido à altitude da superfície topográfica onde se desenvolverá o trabalho.

Esses dados são imprescindíveis para elaboração da lista de construção, das análises dos vãos máximos das estruturas nas cartas de aplicação de torres, bem como na elaboração das tabelas de esticamentos dos cabos para-raios e condutores, onde as distâncias horizontais topográficas e as diferenças de nível de suportes são as referências.

### 3.3.2- Perfil e Planta

O perfil e planta consistem na elaboração do projeto geométrico da LT, efetuado após as etapas de reconhecimento e levantamento topográfico com a definição do traçado a partir do mapeamento topográfico de detalhes, planta planialtimétrica cadastral ou voo aerofotogramétrico com perfilamento laser, para obtenção do MDT a partir de um amplo apoio geodésico.

Nesta etapa, é feito o levantamento planialtimétrico cadastral do eixo e dos perfis laterais (esquerda e direita) de acordo com a tensão e faixa de servidão da LT, onde são elaborados os projetos fundiários por propriedade atravessada, dando origem ao perfil e planta, base para plotagem das estruturas

(torres) em pontos adequados. Sempre que a declividade do terreno, na direção normal ao eixo da linha for superior a 7% haverá necessidade do levantamento de perfis laterais (superior e inferior).

Neste desenho são indicados, em planta, na sua parte inferior, os limites das propriedades, divisas de municípios e os obstáculos encontrados na faixa de servidão, tais como: rios, matas, relevo, natureza da vegetação e do solo, acidentes naturais, obras de arte, estradas, edificações, travessias de outras linhas, de rodovias e ferrovias, etc., em uma largura variável de 25 a 70 metros, em perfil, na parte superior do desenho, o eixo levantado da LT onde serão também localizados os mesmos elementos indicados em planta, bem como as alturas dos obstáculos atravessados.

### 3.3.3 - Desenvolvimento da Planta do Traçado e Projetos Fundiários

Os projetos fundiários são elaborados a partir do levantamento cadastral dos dados pessoais dos proprietários ou posseiros, cadastros dos imóveis abrangidos na faixa, e situação cartorial e jurídica, com objetivo de identificar as divisas, limites, confrontações e confrontantes das propriedades, descrição das benfeitorias, qualificando e quantificando, acompanhada de documentação fotográfica, além de identificar as terras públicas e devolutas, na qual são realizadas em conjunto com o levantamento de perfil e planta.

## 4- Gestão Sociopatrimonial

Os profissionais de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura pertencentes ao corpo técnico de FURNAS atuam também nas equipes que fazem a gestão sociopatrimonial de seus empreendimentos. Essa atividade envolve a supervisão nas contínuas alterações decorrentes dos diversos usos e ocupações nas áreas de concessão e do acompanhamento das legislações ambientais vigentes.

Neste contexto, a atuação desses profissionais é de fundamental importância na detecção de invasões em bordas de reservatórios e em faixas de servidão de linhas de transmissão, utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto, e na validação em campo, utilizando-se de topografia convencional e cadastro. Exemplo disso é o exercício em ações de reintegração de posse como assistente técnico da empresa em processos de interesse da subsidiária da Eletrobrás. Ademais, outra atividade inserida na gestão das áreas de propriedade ou concessão de FURNAS realizada por profissionais deste ramo se dá no atendimento de questões que envolvem anuências de confrontação, retificações de áreas administrativas e regularizações fundiárias de imóveis vizinhos. Para responder esses questionamentos é necessário análise nas peças técnicas recebidas, atestando se as mesmas respeitam

os limites das áreas desapropriadas e indenizadas por FURNAS. Como insumos, são utilizados arquivos com informações geográficas de diversos formatos (CAD, SIG, impressos/digitais) e textuais do acervo técnico existente.

## 5- Aspectos Gerais

FURNAS, em conjunto com outros atores do setor elétrico, contribui para a elaboração de manuais, nos capítulos referentes às Engenharias Cartográfica e de Agrimensura, tais como, o Manual de Inventário da Eletrobrás e as Orientações para a Atualização das Curvas Cota x Área x Volume dos Reservatórios da ANA.

Além disso, vem mantendo tratativas junto ao IBGE para a participação na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), visando ser um dos nós do setor elétrico.

## 6- Conclusão

Este trabalho teve por objetivo apresentar de maneira sucinta as contribuições dadas pela Engenharia Cartográfica e de Agrimensura aos empreendimentos em que está envolvida uma empresa de geração e transmissão de energia elétrica.

Para isso, o presente artigo elencou várias atividades em que tais engenharias possuem um caráter basilar, fornecendo os dados e as informações que serão utilizados pelas demais áreas para os estudos e a implantação dos empreendimentos.

É mister notar o caráter multidisciplinar dos estudos de geração e transmissão, sendo importante o relacionamento profissional de cada uma das disciplinas que participam dos empreendimentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FURNAS Centrais Elétricas SA pelo apoio ao desenvolvimento dos trabalhos e pela nossa participação neste evento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 14166: Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998, p.23.

ARAÚJO, L.A.P. Linha de Transmissão: Análise Integrada em Estudos de Corredor de Linhas de Transmissão. 2005.

ARAÚJO, L.A.P.; SILVA, J.P.M. Linha de Transmissão: Utilização de Imagens de Satélite em Linhas de Transmissão. 2005.

BRASIL. Lei No 10.847, DE 15 DE MARÇO DE 2004. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm). Acessado em 04 set 2017.

ELETRONBRAS. Manual de Inventário. 2007. 686p.

ESTEIO. Perfilamento a laser: uma alternativa rápida e precisa para identificação de alterações na superfície. Disponível em: [www.esteio.com.br](http://www.esteio.com.br). 2008

IBGE. Ajustamento Simultâneo da Rede Altimétrica de Alta Precisão do Sistema Geodésico Brasileiro. 2011. 62p.

MOTA, R.C.O. Topografia, Cartografia e Geodésia Aplicadas em Projetos e Construção de Linhas de Transmissão. 2015. 83p.

SILVA, I.; SEGANTINE, P.C.L. Topografia para Engenharia – Teoria e Prática de Geomática. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora LTDA., 2015.