

## RECONSTRUÇÃO CADASTRAL DE PROPRIEDADES ATINGIDAS POR LINHAS DE TRANSMISSÃO DA EMPRESA ELETROSUL

### *Cadastral reconstruction of properties achieved by transmission lines of the Eletrosul company*

**Vivian da Silva Celestino Reginato**  
**Universidade Federal de Santa Catarina**

Departamento de Engenharia Civil  
Rua João Pio Duarte da Silva, 205, Florianópolis/SC  
viviancart@yahoo.com.br

**Cleice Edinara Hubner**  
**Eletrobras Eletrosul**

Departamento de Gestão Ambiental e Fundiário  
Rua Deputado Antônio Edu Vieira, 999, Florianópolis/SC  
cleice.hubner@eletrosul.gov.br

**Samuel Abati**  
**Eletrobras Eletrosul**

Departamento de Gestão Ambiental e Fundiário  
Rua Deputado Antônio Edu Vieira, 999, Florianópolis/SC  
samuel.abati@eletrosul.gov.br

### **Resumo:**

Este artigo apresenta o método de reconstrução cadastral em meio digital utilizado pela empresa Eletrosul para reconstruir seus antigos cadastros analógicos relativos a propriedades atingidas por Linhas de Transmissão (LT) de forma a integrá-los em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Para tanto foi apresentado um método cujas seguintes etapas foram realizadas: inventário e diagnóstico dos dados disponíveis; modelagem de classe; reconstrução de entidade geográfica; relacionamento objeto x atributo; inserção dos objetos na classe; carga no Banco de Dados Geográfico (BDG) e Portal de Geoprocessamento e; avaliação da qualidade da reconstrução cadastral. Para produzir resultados de forma a validar o método foram utilizadas como referência duas LT da Eletrosul que possuíam cadastro somente em meio analógico. Como resultados preliminares, além de inventário e diagnóstico, estão sendo apresentados, o dicionário de dados gerados para a classe produzida, bem como a apresentação final do cadastro das propriedades atingidas por LT reconstruídas, tanto no BDG quanto publicados no portal de Geoprocessamento da Eletrosul.

**Palavras-chave:** Reconstrução cadastral; Reconstrução de bases cartográficas; Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

### **Abstract**

This paper presents the method of cadastral reconstruction in a digital media used by the company Eletrosul to reconstruct its old analog cadastre related to properties reached by in order to integrate them into GIS. For this, a

method was presented whose following steps were performed: inventory and diagnosis of available data; class modeling; reconstruction of geographic entity; relationship object x attribute; insertion of objects into the class; load in the geographic database and Portal de Geoprocessamento; assessment of the quality of the cadastral reconstruction. To produce results in order to validate the method, two transmission lines of Eletrosul that had a cadastre in analog media were used as reference. As preliminary results, in addition to inventory and diagnosis, the data dictionary generated for the class produced, as well as the final presentation of the cadastre of the reconstructed properties are presented, both in the geographic database and published in Portal de Geoprocessamento da Eletrosul.

**Keywords:** Cadastral Reconstruction; Reconstruction of cartographic bases; Geographic Information Systems (GIS).

## 1. INTRODUÇÃO

Considerado o maior sistema de transmissão de energia elétrica do mundo, o Sistema Interligado Nacional (SIN) brasileiro, é controlado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). O ONS conta com a participação de empresas de todo o país, trabalhando de forma interligada. A Eletrobras possui mais da metade das linhas de transmissão do Brasil e tem participado ativamente da expansão do SIN, que é formado basicamente por empresas de geração, transmissão e distribuição do país, permitindo o intercâmbio de energia elétrica entre as diversas regiões brasileiras (ELETROBRAS, 2017).

A energia elétrica cumpre uma função social e seus serviços são considerados de utilidade pública, assim como os serviços ligados a educação, água, saneamento, saúde, segurança, entre outros. A energia elétrica promove o desenvolvimento econômico e social de qualquer nação, diminuindo as desigualdades e o empobrecimento.

Porém, para que a energia elétrica possa cumprir seu objetivo principal, é necessário que ela seja transportada desde a origem geradora até as residências. Isso ocorre, primeiramente, pela passagem da energia por longas distâncias via Linhas de Transmissão (LT) até as subestações, que convertem a energia para uma potência passível de ser utilizada pelos consumidores e, por fim, através de Linhas de Distribuição (LD), a energia é transportada ao seu destino final.

Para construir uma LT é necessário realizar um grande projeto de engenharia, que abrange diversas etapas como: estudos de viabilidade socioambiental, projeto básico e projeto consolidado. A construção de uma LT é considerada um projeto de Utilidade Pública, pois tem por finalidade atender a sociedade de uma forma geral.

No âmbito de construção de LT, toda vez que um empreendimento atinge uma determinada propriedade particular no cumprimento de sua atividade de utilidade pública ela necessita realizar o que é denominado cadastro de propriedades atingidas. O cadastro é necessário para identificar qualitativa e quantitativamente o grau de atingimento das propriedades que ficam sob a LT, permitir a avaliação da propriedade e realizar a indenização aos proprietários.

Antes de realizar o cadastro, entretanto, durante a etapa de estudo de viabilidade socioambiental, é verificada a direção que a LT deverá seguir de forma a evitar que: a LT atinja propriedades comerciais e/ou industriais ou com muitas benfeitorias; existam muitas deflexões na LT (devido às torres que deverão ser edificadas); existam passagens em locais extremamente íngremes; existam travessias (sobreposição das LT com rodovias, ferrovias, hidrografia e etc.) atinja unidades de conservação ambiental. Todo esse trabalho visa gerar uma relação razoável entre o custo e o benefício na instalação da obra.

O atingimento de uma propriedade por LT se dá através da averbação da faixa de servidão que é uma área ou faixa de segurança que contém restrições ao uso e deve ser mantida livre de construções e culturas de grande porte e/ou perenes, necessária para garantir a segurança das instalações da LT e das pessoas que convivem com a linha, porém, seu domínio permanece com o proprietário. A faixa de servidão da LT pode corresponder a uma distância predeterminada fixa ou variável, cujo centro é o eixo da LT.

Para materializar essa faixa em campo é necessária a realização de um levantamento topográfico e cadastral das propriedades que se encontram na diretriz da LT. Na Eletrosul os levantamentos topográficos e seus respectivos documentos relativos aos atingimento de LT em propriedades de terceiros são armazenados nos processos administrativos. Na sua origem os processos administrativos são produzidos em meio analógico, diferenciando-se pela sua natureza, em: servidão administrativa perpétua de eletroduto, servidão de acesso, aquisição, desapropriação, locação, entre outros.

Dependendo da época alguns levantamentos cadastrais foram realizados por métodos clássicos de levantamentos, como poligonação e irradiação topográfica, através de equipamentos como teodolitos e trena e, todos seus originais foram armazenados em meio analógico.

A partir de 2007, na Eletrosul, devido ao advento tecnológico, os levantamentos cadastrais migraram dos métodos clássicos para os orbitais e digitais, ganhando agilidade e qualidade posicional com a inserção de equipamentos que diminuíram e/ou aperfeiçoaram etapas de densificação de redes geodésicas, transporte de coordenadas, procedimentos de cálculos e ajustamento das observações para o controle de qualidade.

No que tange aos processos cartográficos, na Eletrosul, tanto em relação aos métodos de levantamento topográfico quanto à produção de plantas, desde essa época (2007) ocorre a migração dos meios clássicos e analógicos para os eletrônicos e digitais, o que permitiu o georreferenciamento dos territórios onde estão inseridos os ativos da empresa, como usinas hidrelétricas, usinas eólicas, LT, subestações, entre outros e, possibilitou a utilização de informações cruzadas entre os levantamentos cadastrais em meio digital em Computer Aided Design (CAD) ou Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e as informações cadastrais semânticas e gráficas contidas ainda nos processos administrativos em meio analógico.

Porém, as plantas cadastrais que acompanham os processos gerados antes de 2007, referentes às propriedades atingidas por LT, não acompanharam essa migração, primeiro devido ao seu volume e complexidade e, segundo, devido à falta, não somente de originais em meio digital, mas de georreferenciamento dos vértices definidores dos limites de cada propriedade atingida que permitisse a sua migração com qualidade (ausência de coordenadas).

Os polígonos relativos a essas plantas cadastrais, especificamente, foram disponibilizados somente em mídia analógica e sem georreferenciamento. Tendo somente como diretriz uma orientação relativa ao seguimento da LT, que tem como origem algum piquete na subestação que originou o caminhamento do levantamento cadastral.

Em relação ao eixo das LT, especificamente, foram realizados trabalhos de georreferenciamento para reconstruir a verdade de campo. Todas as LT da Eletrosul atualmente estão disponibilizadas em ambiente digital e referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Essas LT foram levantadas ora por métodos diretos de mapeamento (GNSS, topografia) ora por métodos indiretos (sensoriamento remoto e fotogrametria). Porém a tarefa árdua tem sido

agregar às LT georeferenciadas às entidades geométricas relativas aos cadastros de propriedades atingidas por LT armazenados em meio analógico e sem georreferenciamento.

## 2.OBJETIVOS

O objetivo geral deste artigo é apresentar o método de reconstrução em meio digital dos dados advindos das plantas topográficas analógicas cadastrais de propriedades atingidas por LT da Eletrosul de forma a integrá-los em SIG. Especificamente os objetivos são:

- Modelar e produzir a classe de “Cadastro de Transmissão” de acordo com a padronização do banco de dados geográfico (BDG) corporativo da Eletrosul;
- Produzir objetos geográficos a partir de original cartográfico analógico não georreferenciado;
- Relacionar os objetos geográficos produzidos à classe “Cadastro de Transmissão”;
- Integrar os objetos e classe produzida ao BDG corporativo da Eletrosul e publicar as informações produzidas via Portal de Geoprocessamento.

## 3.REFERENCIAL TEÓRICO

A crescente demanda por informações geográficas, impulsionada pelas mais diversas aplicações, tem levado os usuários cada vez mais a recorrerem às bases cartográficas digitais. As possibilidades de estruturação de bases de dados em ambiente SIG, aliado às fontes de dados já existentes, tem propiciado a composição de bases cartográficas destinadas a uma gama de interesses, satisfazendo desde atividades de planejamento à tomada de decisão. No entanto, a qualidade de uma base de dados com informações cartográficas está intimamente relacionada com a uniformização e consistência dos diferentes dados digitais que a compõem.

A estruturação de bases é um processo fundamental para gerar qualquer SIG, demanda tempo e utilização de equipes multidisciplinares. Porém, antigamente os levantamentos topográficos eram realizados localmente, muitas vezes sem referência alguma e levavam somente a escala em consideração no momento da produção gráfica.

Para mapeamentos cuja graficação se deu em meio analógico existe a necessidade de migrar os originais em papel ou em meio digital em formato matricial para o meio digital em formato vetorial georreferenciado. Esse processo de migração é denominado de reconstrução cartográfica.

O processo de reconstrução cartográfica é um processo mais rápido e de custo menor do que o de geração de uma base nova, pois suprime a etapa de levantamento de dados em campo. Uma base de dados com informações cartográficas, ou simplesmente base cartográfica, é entendida por Silveira et al. (2008), como sendo a representação cartográfica dos aspectos do mundo real, produzida com a aplicação de métodos específicos de transformação de superfícies apoiados em um referencial geodésico único, representada inicialmente em um formato analógico.

Com os avanços tecnológicos as bases cartográficas produzidas antes em formato analógico passaram a ceder espaço às bases cartográficas em meio digital. Paulino e Carneiro (1998) conceituam que uma base cartográfica digital é um conjunto de registros em formato

digital cujos elementos representam e expressam cartograficamente o conhecimento das características de um determinado ambiente e de seus componentes. As bases cartográficas digitais possibilitaram incorporar e representar uma diversidade maior de informações do ambiente mapeado através das camadas de informações, antes limitadas de serem representadas em meios analógicos. Com isso, aliado ao advento dos SIG, surgiu à necessidade de estruturação das bases cartográficas digitais.

De acordo Silveira et al. (2008) a estruturação de bases cartográficas em ambiente SIG é imprescindível para a administração e gestão dos dados espaciais, garantindo que estes tenham acurácia e qualidade, desde o armazenamento a sua utilização. Nessa perspectiva, cuidados precisam ser tomados durante o processo de estruturação da base de dados, tais como:

- Organização dos dados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD);
- Revisão dos produtos cartográficos já existentes e correção de possíveis erros dos dados adquiridos;
- Definição da escala de representação/visualização;
- Adequação do sistema de projeção e referência;
- Avaliação da qualidade e fonte das informações existentes;
- Definição do objetivo e finalidade da base;
- Manutenção e atualização da base e correção de erros.

Em relação ao mapeamento sistemático, segundo Delou (2006) a preocupação pela adoção de padrões na cartografia brasileira vem desde a primeira metade do século XX, com legislação específica que já regulamentava as operações cartográficas objetivando a uniformização. Com implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) pelo decreto nº 6.666 em 2008, e pelas especificações técnicas (ET-EDGV e ET-ADGV), espera-se que estes problemas sejam contornados.

A atual facilidade de gerar bases cartográficas digitais em ambientes SIG, utilizando, por exemplo, imagens orbitais, fotográficas aéreas, documentos e/ou dados cartográficos já existentes, dentre outros, tem proporcionado a obtenção de produtos satisfatórios e consistentes para diversas aplicações. No entanto, conforme observa Guimarães e Gripp Júnior (2010) uma das fases de produção de bases cartográficas digitais, consiste em editar os dados, que podem ser provenientes de fontes diversas. Sendo parte dessa fase, aspectos relacionados à compatibilização entre diferentes sistemas de coordenada e de referência, implementação e validação topológica dos elementos e correção de possíveis inconsistências, criação e edição de atributos e sua integração a elementos gráficos, preenchimento de metadados, etc.

Robinson et. al (1995) apontam quatro pontos relevantes para utilizar uma base cartográfica de dados em SIG, que supõe-se que seja incluída a etapa de reconstrução de dados a partir de levantamentos analógicos:

- **Custo da Criação:** A coleta de dados digitais de uma fonte cartográfica já existente se torna bem mais barato do que produzir novos dados. Além do mais, os dados existentes

derivam de produtos que possuem altos níveis de exatidão e precisão. O que nos garante dados confiáveis;

- **Utilizações específicas:** Algumas análises em SIG são conduzidas tanto em escalas regionais, quanto em escalas nacionais, visto que, algumas séries de dados precisam de um detalhamento melhor, ocupando assim mais espaço no armazenamento. Sem uma base de dados cartográfica esse processo seria muito mais demorado;
- **Ausências de fontes alternativas:** Algumas informações só podem ser apresentadas em mapas. Esta é uma particularidade que os SIG apresentam e que trouxe um grande benefício a cartografia analógica;
- **Emissão de produtos gráficos:** A emissão de produtos finais como relatórios e gráficos, é uma componente chave para a utilização dos SIG. Uma vez que seria muito difícil ou quase impossível representar detalhadamente uma grande quantidade de dados por processos cartográficos manuais.

Ao estruturar as entidades geográficas em um banco de dados, tem-se maior segurança e integridade das relações entre os dados que a compõem, possibilitando evitar multiplicidade de informações ou mesmo informações dispersas e desconexas, além de permitir estabelecer regras topológicas e proceder a correções cabíveis de feições inconsistentes.

É importante ressaltar, que a reconstrução de entidades geográficas adotando os padrões recomendados pelas especificações nacionais vigentes, é extremamente importante para a construção de um sistema de mapeamento padronizado e uniformizado que facilite o intercâmbio e atualização de informações na produção cartográfica.

De acordo com Silveira et al. (2008) o processo de estruturação de bases Cartográficas para SIG se dá de duas formas:

- A primeira forma apresentada é a estruturação de bases a partir do processo de Construção de Bases para SIG. O processo de construção se dá a partir de dados já existentes como cartas topográficas e ou cadastrais, levantamentos aerofotogramétricos, bases em formato CAD, e demais que podem ser inseridos em um ambiente de SIG.
- A segunda forma apresentada é o processo de estruturação a partir da Criação de Bases de dados em si, ou seja, quando não existem dados disponíveis. Entenda-se aqui como dados disponíveis aqueles cujo trabalho a ser realizado na área possua uma quantidade mínima de informações disponíveis e trabalhadas. A equipe responsável pelo trabalho deve, então, começar a partir do planejamento de um projeto que envolva as técnicas de coleta de dados no campo.

Como a estruturação de uma base de dados para SIG depende da finalidade da aplicação, nos procedimentos descritos a seguir iremos abordar a estruturação de uma base de dados utilizando os dados provenientes de processos administrativos analógicos relativos ao cadastro de propriedades de LT, obtidos por levantamentos clássicos sem georreferenciamento, bem

como os dados georreferenciados cadastrais dos eixos das LT obtidos por levantamentos híbridos (GNSS, topografia, aerofotogrametria e sensoriamento remoto) que compreendem tanto os ambientes rurais quanto os urbanos.

Em relação à qualidade, a maioria dos produtos cartográficos é avaliada em relação a dois padrões estatísticos correntes consolidados nacional e internacionalmente, a saber, a exatidão e a precisão. Conforme Gemael (1994), o termo exatidão está vinculado a efeitos aleatórios e sistemáticos e diz respeito à dispersão de valores em relação ao valor exato da observação, enquanto que a precisão está vinculada a efeitos aleatórios e diz respeito à dispersão de valores em relação à média das observações.

No Brasil, a Legislação que trata da qualidade dos produtos cartográficos é o Decreto nº 89.817 de 1984, que estabelece Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional e define procedimentos de padronização, permitindo a avaliação e produção de cartas com qualidade compatível com padrões internacionais (BRASIL, 1984).

O referido Decreto apresenta uma avaliação da qualidade de cartas/mapas no tocante à exatidão das informações cartográficas, criando o PEC, e uma classificação das cartas em Classes A, B e C. Em síntese:

- Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos;
- A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão (EP).  $PEC = 1,6449 \times EP$ ;
- O EP isolado num trabalho cartográfico não ultrapassará 60,8% do PEC;
- Para efeito das presentes instruções, consideram-se equivalentes as expressões Erro Padrão (EP), Desvio Padrão e Erro Médio Quadrático.

As, cartas (produtos cartográficos), quanto a sua exatidão, devem obedecer ao PEC, ou seja, 90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC – planimétrico – estabelecido.

O artigo 500 da Lei Nº 10.406 de 2002, que institui o Código Civil Brasileiro, mesmo sendo considerado somente para fins jurídicos em negócios de compra e venda de imóveis onde haja divergência em relação à área, pode ser atribuída especificamente como um padrão de qualidade nas avaliações de superfície como um todo, pois especifica:

*“Art. 500. Se, na venda de um imóvel, se estipular o preço por medida de extensão, ou se determinar a respectiva área, e esta não corresponder, em qualquer dos casos, às dimensões dadas, o comprador terá o direito de exigir o complemento da área, e, não sendo isso possível, o de reclamar a resolução do contrato ou abatimento proporcional ao preço.*

*§ 1º Presume-se que a referência às dimensões foi simplesmente enunciativa, quando a diferença encontrada não exceder de um vigésimo da área total enunciada, ressalvado ao comprador o direito de provar que, em tais circunstâncias, não teria realizado o negócio.*

*§ 2º Se em vez de falta houver excesso, e o vendedor provar que tinha motivos para ignorar a medida exata da área vendida, caberá ao comprador, à sua escolha, completar o valor correspondente ao preço ou devolver o excesso.”*

No inciso primeiro é definido que a diferença tem que ultrapassar um vigésimo da área para que seja formalizada diferença de dimensão. Um vigésimo de área corresponde a 5% de área.

#### **4. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO**

O método adotado abrange a reconstrução do cadastro topográfico de propriedades atingidas por LT em meio analógico para o meio digital georreferenciado e a respectiva integração ao BDG. O método desenvolvido está descrito nas etapas indicadas a seguir.

##### **4.1. Inventário dos Dados Disponíveis**

Envolve as fases de **Inventário das LT** (identificação das LT que possuem plantas cadastrais que estão em meio analógico não georreferenciado) e **Inventário dos processos das LT** (entidades geográficas que necessitam de reconstrução). Essa fase envolve a quantificação das LT (já georreferenciadas e inseridas no BDG corporativo), bem como a quantificação do número de propriedades a serem reconstruídas por LT, cujo resultado deve ser estruturado na forma de tabela, com a descrição dos respectivos atributos e domínios encontrados.

##### **4.2. Diagnóstico dos Dados Disponíveis**

Após a quantificação das LT que deverão ter seus cadastros reconstruídos, para cada uma delas deve ser realizado um diagnóstico com relação às informações qualitativas disponibilizadas nos processos analógicos de forma a verificar se os dados a serem reconstruídos possuem: algum dado em mídia digital, referência a sistema geodésico, projeção cartográfica ou sistemas de coordenadas locais.

##### **4.3. Modelagem da classe**

Nesta etapa deve ser definida a classe geográfica que envolverá todas as informações relativas aos cadastros de propriedades atingidas por LT. Primeiramente deve ser dado um nome para a classe, como, por exemplo, “Cadastro de Transmissão”. Para essa classe devem ser modelados os atributos e domínios relativos aos dados cadastrais das propriedades atingidas, integrando com os atributos e domínios das LT já inventariados, conforme descrição do subitem 4.1., tanto geográficos quanto semânticos. A estruturação deve ser realizada através de tabelas com seu respectivo dicionário de dados para definir a classe, bem como a sua futura implementação.

##### **4.4. Reconstrução da entidade geográfica (objeto)**

Esta etapa compreende a fase efetiva de migração das informações gráficas contidas nos processos em meio analógico, seja em papel ou pdf, para o ambiente computacional. É nessa fase que é reconstruído efetivamente o polígono relativo à propriedade atingida pela LT. A reconstrução pode ser realizada da seguinte forma:

- **Inserção da LT georreferenciada de interesse no ambiente CAD:** a LT é utilizada como referência, pois seu eixo é georreferenciado. A reconstrução se dá a partir de uma distância predeterminada a partir do eixo da LT que materializa a faixa de servidão no ambiente virtual;
- **Identificação da origem da LT:** intersecção entre eixo/faixa de servidão da LT e o limite da subestação já cadastrada. Também pode coincidir com um piquete ou marco instalado na edificação da LT;
- **Identificação da primeira propriedade atingida:** intersecção entre faixa de servidão da LT e o limite da subestação já cadastrada. No processo analógico a primeira propriedade obrigatoriamente deve ser limreira à subestação;
- **Reconstrução da entidade geográfica (objeto):** através do auxílio de CAD são inseridos o ângulo (rumo ou azimute) e a distância que perfazem o perímetro da propriedade descrita no processo analógico.

#### 4.5. Relacionamento objeto x atributo

Esta etapa compreende a fase de integração entre o objeto produzido em CAD e seus atributos para comporem a classe definida. Esse processo pode se dar de três formas:

- **Diretamente no ambiente CAD:** através da geração de objeto e inserção de atributos na janela de propriedades e a posterior migração para a classe em ambiente SIG;
- **Diretamente no ambiente SIG:** através da geração de objeto e inserção de atributos na tabela de atributos diretamente em uma classe no ambiente SIG;
- **Criação da tabela de atributos no SIG e geração do objeto em CAD:** utiliza-se a classe gerada no SIG com sua respectiva tabela de atributos no ambiente CAD, onde podem ser gerados os objetos graficamente com um identificador. O preenchimento de atributos pode se dar tanto no ambiente CAD quanto no SIG.

#### 4.6. Inserção dos objetos na classe e carga no BDG

Nessa fase são inseridos os objetos reconstruídos na classe “Cadastro de Transmissão”, produzida de acordo com a descrição do subitem 4.3., no BDG, ou seja, é realizada a carga de dados gerados em CAD no BDG corporativo e a posterior publicação dos dados no portal de geoprocessamento.

#### 4.7. Avaliação da qualidade da reconstrução cadastral

Foi definido como método absoluto de avaliação, aquele que leva em consideração somente as quantidades/dimensões de forma absoluta (área e perímetro) dos objetosreconstruídos, sem considerar a localização/espacialização dos mesmos em relação ao

levantamento de campo, como se os objetos tivessem sido levantados por algum método expedito, sem considerar os limites dos confrontantes ou qualquer tipo de amarração ou georreferenciamento. O critério para realizar esta avaliação é calcular as diferenças de áreas, conforme descrição do artigo 5º do Código Civil, ou seja, que a diferença entre áreas não seja maior que 5%.

Foi definido como método relativo de avaliação, aquele que leva em consideração, além das quantidades/dimensões (área) dos objetosreconstruídos, também a localização/espacialização de forma relativa (georreferenciamento). Foi definido como critério de avaliação o PEC. Para garantir que o critério seja seguido é necessário que o método de levantamento de pontos seja, pelo menos, três vezes mais preciso do que a precisão declarada nos originais que serão reconstruídos. Ou seja, para um levantamento realizado na escala 1:1000, por exemplo, cuja expectativa de precisão é de 0,3 metros, espera-se que o método para avaliar a qualidade tenha, pelo menos, 0,1 metros de precisão. Os métodos de levantamento topográfico por poligonação, tanto realizados com estação total ou GNSS suprem essa necessidade.

## **5.RESULTADOS PRELIMINARES**

Neste capítulo serão apresentados os resultados preliminares desenvolvidos em seis meses de implantação do projeto na Empresa Eletrosul durante o ano de 2017.

### **5.1. Inventário e Diagnóstico**

Nesta primeira fase foram inventariadas 176 LT, o que resultou num diagnóstico de mais de 11 mil km de LT, somente na fase de operação. Todas as informações gráficas relativas aos eixos das LT apresentaram-se em meio digital georreferenciado em SIRGAS2000 e encontram-se armazenadas no BDG corporativo da Eletrosul.

As informações relativas aos eixos das LT inventariadas pertencem à classe “Linha em operação” e possuem os seguintes atributos e domínios:

- Número
- Nome
- Sigla
- Tensão
- Número do circuito
- Extensão (km)
- Tipo de faixa de servidão
- Largura da faixa de servidão

Em relação aos processos administrativos foram inventariados em torno de 36 mil, sendo que destes, aproximadamente 5 mil encontram-se armazenados em mídia microfilmada, 24 mil encontram-se digitalizados e armazenados em pdf e em torno de 7 mil ainda estão armazenados somente em meio analógico (papel) organizados em arquivos do tipo deslizante.

Foi diagnosticado que, dos 11 mil km de eixos de LT inventariados, 9,4 mil km apresentam cadastro de propriedades atingidas por LT somente em meio analógico e/ou em meio digital rasterizado e/ou microfilmado não georreferenciado, ou seja, correspondem a 24 mil processos que necessitam ter seus cadastros/plantas cadastrais reconstruídos.

Foram inventariados/diagnosticados também nessa fase os atributos e domínios relativos aos dados extraídos dos processos administrativos, onde, primeiramente, foram verificadas as informações advindas das plantas cadastrais topográficas, como escala (no geral apresentadas em escalas grandes, do tipo 1:1000, no formato A4). Verificou-se que as plantas apresentavam orientação sempre no sentido de seguimento/construção da LT (Norte à vante da LT), o que norteou os trabalhos das etapas subsequentes. Foi verificado também que as numerações das plantas cadastrais seguem a mesma numeração sequencial descrita nas capas dos processos administrativos.

A título de exemplificação, apresenta-se a seguir, o exemplo de codificação alfanumérica utilizada na capa de um processo administrativo inventariado da Linha de Transmissão Biguaçu – Blumenau (LT BIG – BLU) e, conseqüentemente, nas plantas cadastrais contidas nos processos:

Número: BIG – BLU 0001

Onde:

- BIG: código da subestação origem da LT, ou seja, Biguaçu
- BLU: código da subestação destino da LT, ou seja, Blumenau
- 0001: relativo ao primeiro processo administrativo, ou seja, a primeira propriedade atingida pela LT BIG – BLU

Verificou-se, também, que cada processo administrativo possui um identificador, atribuído quando do cadastro do mesmo no Sistema de Desapropriação de Imóveis (DIM) da Eletrosul. Este sistema legado (banco de dados *Natural Adabas*) consolida as informações relacionadas aos processos administrativos de liberação fundiária. O número identificador do sistema DIM é o único código inequívoco que diferencia um processo de outro, e apresenta-se de acordo com exemplo a seguir:

Identificador 58350-2

Para a etapa subsequente de modelagem e produção da classe foi definido que o mesmo critério de identificação seria atribuído para produzir os objetos, porém sem utilizar o hífen.

Para finalizar o inventário/diagnóstico foram extraídos dos processos administrativos os seguintes atributos de forma a compor os atributos e domínios na nova classe a ser gerada:

- Identificador – código atribuído pelo DIM
- Sigla da obra – abreviação do nome da obra
- Número do processo - codificação alfanumérica

- Interessado – nome do proprietário/empresa atingido
- Área indenizada – área atingida que deve ser indenizada
- Número do documento – número da transcrição ou matrícula do imóvel
- Tipo de indenização – servidão administrativa perpétua de eletroduto, servidão de acesso, aquisição, desapropriação, locação, entre outros
- Situação do processo – pendente, concluído, inexistente
- Data – data do cadastro do processo no DIM
- Município – Município do imóvel atingido
- UF – Estado do imóvel atingido

## 5.2 Modelagem e produção da classe

Primeiramente para modelar a classe foram definidos os atributos necessários para compô-la. Foram utilizados alguns atributos advindos da classe de “LT em operação”, como nome, largura de faixa, entre outros, bem como os atributos diagnosticados nos processos analógicos. Alguns atributos foram acrescentados à classe de forma a integrá-los no BDG.

A classe produzida denominou-se “Cadastro de Transmissão” e seus atributos foram documentados num Dicionário de Dados (Quadro 1).

Classe		Descrição				Prim. geométrica	Representação
CADASTRO_TRANSMISSAO		Classe geográfica que corresponde aos limites de abrangência dos processos fundiários originados pela instituição de servidão administrativa e/ou desapropriação de imóveis para a implantação de Linhas de Transmissão e Subestações, os quais podem ser constituídos por uma parcela, ou pelo todo de um ou mais imóveis (propriedade ou posse) e vitem à gestão patrimonial da faixa de servidão ou do imóvel desapropriado.				Polígono	-
Atributo	Tipo de dado	Tamanho/Precisão	Escala	Null Values	Descrição	Domínio	Descrição
SIGLA_OBRA	Text	15	-	NO	Sigla da obra conforme denominado no Sistema DEM – Sistema de Desapropriação de Imóveis da Eletrosul.	A ser preenchido	Ex: AS-MA-5/LO
TIPO_EMPREENDIMENTO	Text	40	-	NO	Define o tipo de empreendimento (neste caso, se é uma SE ou LT).	A ser selecionado	TIPO_EMPREENDIMENTO
PROCESSO	Text	20	-	YES	Nome do processo fundiário constituído pela sigla da obra seguido do número sequencial de cadastro, conforme Sistema DEM.	A ser preenchido	Ex: AS-MA-5/LO-0001
IDENTIFICADOR	Text	10	-	YES	Número identificador do processo fundiário originado no Sistema DEM.	A ser preenchido	Ex: 133263
INTERESSADO	Text	255	-	NO	Nome do proprietário ou do principal condômino do imóvel atingido.	A ser preenchido	Ex: Marina Roberto da Gama ou Marina Roberto da Gama E/OU
INTERESSADO_AB	Text	40	-	NO	Nome do proprietário ou do principal condômino do imóvel atingido, escrito de forma abreviada.	A ser preenchido	Ex: Marina R. da Gama ou Marina R. da Gama E/OU
AREA_CALCULADA	Double	10	4	NO	Área de abrangência do processo fundiário calculada em hectares (ha) pelo GIS.	A ser calculado	Ex: 0,3985
AREA_INDENIZADA	Double	10	4	YES	Área indenizada do processo fundiário em hectares (ha).	A ser preenchido	Ex: 0,3246
AREA_REG	Double	10	4	YES	Área registrada na matrícula, em hectares (ha), referente à servidão ou desapropriação do processo fundiário.	A ser preenchido	Ex: 0,3246
NUMERO_DOC	Text	150	-	YES	Número do título de propriedade no qual foi registrada a servidão ou desapropriação (quando existir, podendo existir mais de um).	A ser preenchido	Ex: 1399 ou 1399 / 1489
QTD_TO	Short Integer	2	-	YES	Indica a quantidade de estruturas (torres de transmissão)	A ser preenchido	Ex: 1

Quadro 1 – Dicionário de dados da classe geográfica Cadastro de Transmissão.

### 5.3. Reconstrução do objeto e relacionamento

Para iniciar a implementação do projeto e validar o método de reconstrução proposto foram escolhidas as LT AS – MA-S/LO (Assis – Maringá – Seccionamento Londrina), por conter somente 16 propriedades atingidas e a LT AS – LO – AP (Assis - Londrina – Apucarana), que contém 513 propriedades atingidas. Foi utilizado para reconstruir os objetos das LT, o procedimento descrito no item 4.4 e o relacionamento objeto x atributo utilizado foi o que integra CAD e SIG. Alguns objetos reconstruídos relativos à LT AS – LO – AP estão representados na Figura 1.

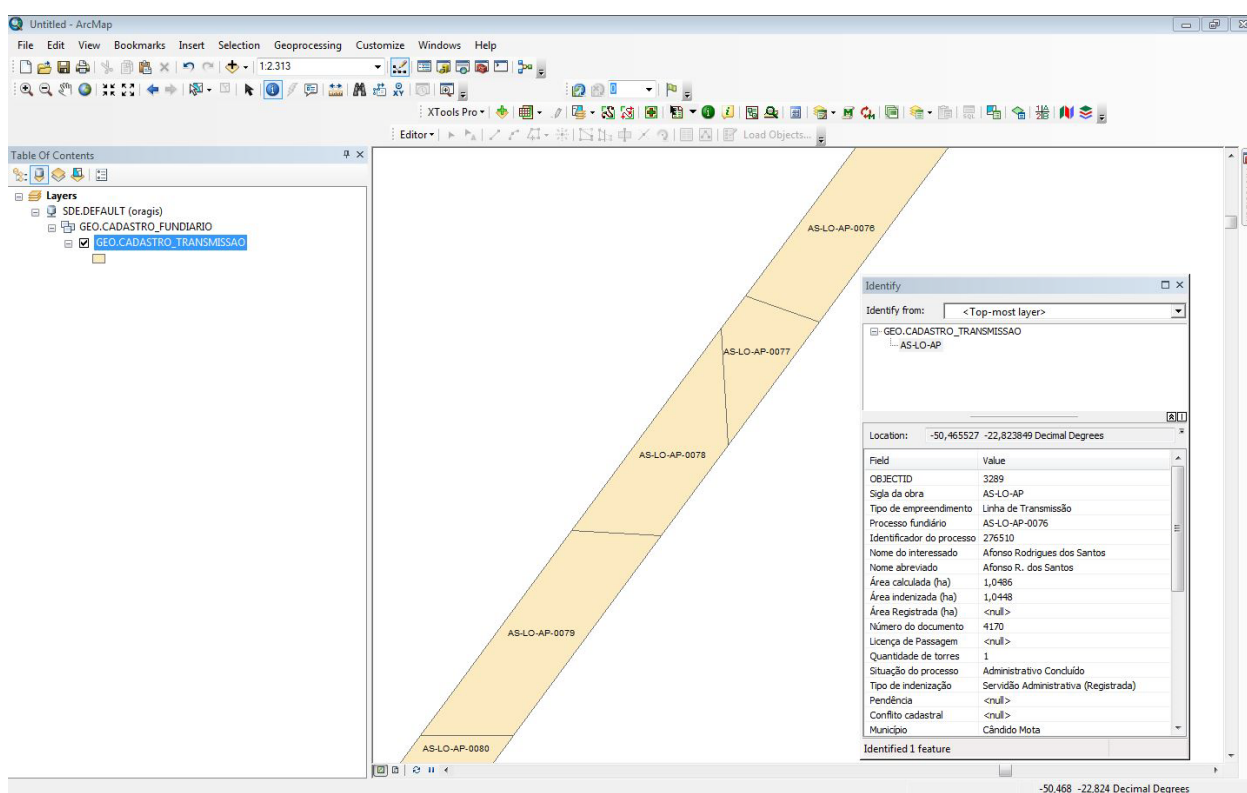


Figura 1 - Objetos reconstruídos e carregados no BDG corporativo da Eletrosul

### 5.4 Carga no BDG e publicação no portal de geoprocessamento da Eletrosul

A carga no BDG consistiu em inserir os objetos reconstruídos na classe de feição “Cadastro de Transmissão”, estruturada lógica e fisicamente no banco corporativo da Empresa Eletrosul ambiente de produção, procedimento permitido apenas pelo “dataowner”. Após a inserção foram definidos os privilégios de cada usuário desta classe, ou seja, foram definidos os usuários que podem incluir, alterar e excluir os registros desta classe.

Para publicação no Portal de Geoprocessamento da Eletrosul (Figura 2) foi criada uma nova camada SIG intitulada “Cadastro de Transmissão” no conteúdo do mapa (arquivo *mxd*.), que foi publicado como um novo serviço de mapa no servidor. Posteriormente foi realizada a

operação da aplicação SIGWeb do Portal, desenvolvida em linguagem de programação *JavaScript* para este novo serviço.

O Portal de Geoprocessamento da Eletrosul consiste numa aplicação SIGWeb desenvolvida para visualização, pesquisa e análise das informações geográficas da Eletrosul que estão armazenadas no BDG. O Portal é o ambiente corporativo criado para disseminação destas informações para usuários e não usuários SIG. Após os testes realizados no ambiente de desenvolvimento o serviço foi publicado no ambiente de produção do Portal.

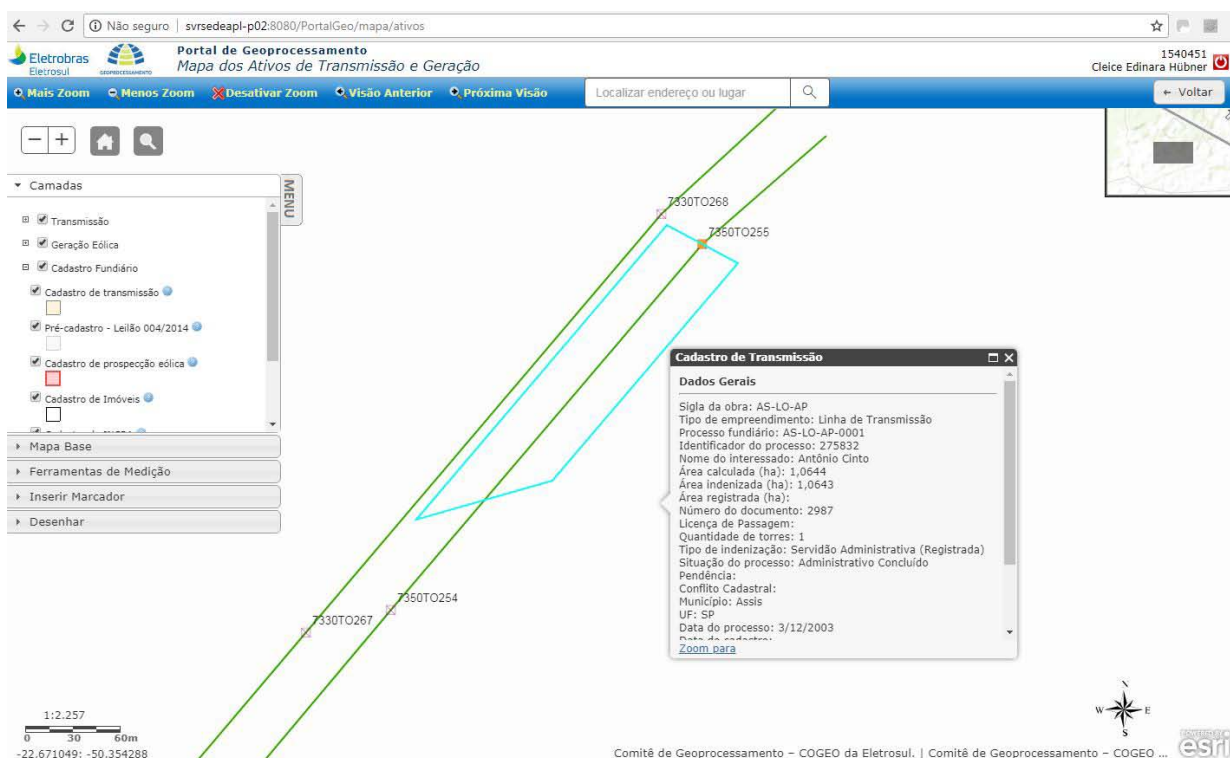


Figura 2 - Objetos reconstruídos e publicados no Portal de Geoprocessamento

## 5.5. Avaliação da qualidade

A avaliação da qualidade geométrica absoluta dos objetos gerados ocorreu concomitantemente ao processo de reconstrução e consistiu em verificar se a diferença entre as áreas declaradas nos levantamentos cadastrais e áreas reconstruídas não ultrapassassem os 5% de área. Ver resultado dos objetos reconstruídos da LT AS – MA – S/LO na Tabela 1, onde pode ser observado que nenhum valor de diferença ultrapassa os 5% de área definida.

Tabela 1 – Diferença entre área indenizada e calculada resultante da reconstrução

AREA INDENIZADA (HA)	AREA CALCULADA (HA)	ÁREA INDENIZADA/ÁREA CALCULADA
2,7234	2,7052	1,007
1,0401	1,0450	0,995

0,8713	0,8687	1,003
0,4180	0,4291	0,974
0,4802	0,4808	0,999
0,6400	0,6415	0,998
1,5166	1,5206	0,997
0,4171	0,4250	0,981
4,1127	4,1013	1,003
1,2010	1,2411	0,968
0,8448	0,8479	0,996
2,5492	2,5433	1,002

A avaliação da qualidade geométrica relativa dos objetos gerados deve ocorrer de forma indireta e aleatória, através da atualização cadastral de propriedades encaminhadas pelos proprietários quando da necessidade de emissão de anuência por parte da Eletrosul em processos que envolvem retificação, unificação, desdobramento, desmembramento, georreferenciamento de imóveis, entre outros.

Nesta situação é possível, não somente avaliar a qualidade cartográfica da reconstrução dos objetos, quanto à dos eixos das LT e da localização das torres porque os levantamentos são realizados para atender, principalmente, a demarcação física das propriedades em campo, e após são realizados levantamentos topográficos a fim de obter as coordenadas geodésicas dos limites e das diretrizes das linhas, faixas de servidão e de confrontantes.

Para emissão da anuência é obrigatório o envio, por parte do proprietário, dos documentos que comprovem o levantamento, ou seja, plantas topográficas georreferenciadas em meio digital do tipo CAD, bem como o memorial descritivo da propriedade, ART do responsável técnico e também matrícula atualizada do imóvel.

Por não possuir, à época, dados suficientes para avaliar a qualidade dos cadastros reconstruídos em relação ao PEC, a avaliação da qualidade geométrica relativa dos objetos gerados não foi realizada. Neste trabalho essa etapa de avaliação foi incluída somente como procedimento metodológico futuro.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como existem aproximadamente 24 mil processos a serem reconstruídos, distribuídos em 9,4 km de LT, estima-se que existam 2,5 propriedades atingidas para cada quilômetro de LT existente.

Empiricamente verificou-se que um técnico experiente consegue reconstruir por dia, cerca de 10 objetos (10 processos relativos a 10 levantamentos topográficos cadastrais) com seus respectivos atributos. Um técnico sozinho, não conseguiria realizar um levantamento cadastral de 10 propriedades por dia, mesmo portando de tecnologia de suporte, como GNSS e coletores de informações. Levando em consideração 8 horas de trabalho diário, 5 dias por semana ou 22 dias úteis por mês, nesse ritmo e situação podem ser reconstruídos aproximadamente 220 cadastros de propriedades atingidas por mês. Levando em conta, também, um mês de férias, seria necessário para um técnico que trabalhe em tempo integral somente nessa atividade,

aproximadamente 10 anos para concluir a reconstrução dos objetos relativos aos cadastros de propriedades atingidas por LT da Eletrosul.

Após o desenvolvimento do método apresentado neste artigo e as considerações apresentadas, a Empresa Eletrosul está verificando a possibilidade de realizar a reconstrução cadastral das propriedades atingidas por suas LT através de um contrato de serviço.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Empresa Eletrosul pela possibilidade de divulgar o método desenvolvido, bem como ceder os dados e informações utilizados para publicar este trabalho neste COBRAC.

### Referências Bibliográficas

BRASIL. **Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984.** Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, DF, 1984.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de Janeiro de 2002.** Institui o Código Civil. Brasília, DF, 2002.

DELOU, A. L. A. **Estruturação de bases cartográficas para SIG: um estudo comparativo dos modelos do IBGE e da DSG.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, 2006.

ELETROSUL. Disponível em <http://www.eletrosul.gov.br/a-empresa/mercado-de-atuacao>. Acesso em: 10 out. 2017.

ELETROBRAS. Disponível em <http://www.elektrobras.com/elb/natrilhadaenergia/energia-eletrica/services/eletrobras/trilhaenergia/pdfs/como-a-energia-eletrica-e-transmitida-no-brasil.pdf>. 2017. Acesso em: 01 out. 2017.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações.** Curitiba: UFPR, 1994.

GUIMARÃES, W. D.; GRIPP JÚNIOR, J. **Notas de Aula. Disciplina: Cartografia Digital I.** Universidade Federal de Viçosa - UFV. 2010. Viçosa, MG, Brasil.

PAULINO, L. A., CARNEIRO, A. F. T. **Base de dados gráficos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG's).** Anais do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC 98, UFSC, Florianópolis, 1998.

ROBINSON, A. H.; MORRISON, J. L.; MUEHRCH, P. C.; KIMERLING, A. J.; GUPTILL, S.C. **Elements of cartography.** John Wiley e Sons, INC. 6 thed, 1995.

SILVEIRA, T. A.; CARNEIRO, A. F. T.; PORTUGAL, J. L. **Estruturação de bases cartográficas para Sistemas de Informação Geográfica (SIG).** II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 8-11 de setembro de 2008.



13º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial  
11º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul  
8º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina

**Florianópolis/SC - 21 a 24 / OUT / 2018**

Realização:

