

# Análise da Legislação ambiental na Faixa de Servidão de Linha de Transmissão de Energia no Estado de Santa Catarina – Resultados parciais do Cadastro da Eletrosul

Flavio Boscatto <sup>1</sup>  
Profa. Dra. Mariane Dal Santo <sup>2</sup>  
Conrado Peres <sup>2</sup>

<sup>1</sup> UFSC - Depto. de Engenharia Civil  
CEP Florianópolis SC  
flavioboscatto@hotmail.com

<sup>2</sup> UDESC - Depto. de Geografia  
CEP Florianópolis SC  
conradoperes@gmail.com  
marianedalsanto@udesc.com

**Resumo:** O artigo trata da problemática enfrentada na implantação e manejo das áreas das linhas de transmissão de energia elétrica, propondo, através da utilização de ferramentas geotecnológicas, melhores formas de se adquirir informações das áreas ocupadas pela linha de transmissão, afim de definir as diferentes formas de uso do solo relacionadas à legislação ambiental que trata das áreas de APP (Áreas de Preservação permanente). Desta forma, através de modelagem numérica de terreno utilizando a imagem SRTM, foram gerados mapas de declividade e hipsometria das faixas de servidão que definiram as classes pertinentes à preservação objetivando a comparação entre a ocupação real e a ideal definida pela legislação.

**Palavras chaves:** Linha de Transmissão, SRTM, Legislação Ambiental.

**Abstract:** This article deals with the problems faced in the development and management of the areas with electric power lines. Through the use of geo-technological tools better ways are being developed to acquire information about these areas. These tools are defining various forms of soil use that are defined in the environmental legislation that addresses the Areas of Conservation (APP). Through numerical modeling of land using the SRTM image maps of slope and hypsometry classes are being defined. This work aims to preserve the relevant comparison between the actual and ideal occupation defined by the legislation.

**Keywords:** Electric Power Lines, SRTM, Environmental Law.

## 1 Introdução:

### 1.1 Contextualização

A energia elétrica se faz presente em nossas vidas de muitas formas e, cada vez mais, nos tornamos dependentes dela. Mesmo alguém que se considere independente, é, em algum momento, consumidor indireto por usufruir de produtos ou serviços que demandaram desta para ser confeccionados ou executados.

Tão importante quanto a geração, a transmissão de energia elétrica é essencial para o mercado, e demanda tecnologia e grandes estruturas para seu planejamento, gestão e manutenção. Uma das empresas responsáveis por este serviço no Brasil é a Eletrosul Centrais Elétricas S.A, atuante nos Estados do Rio grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul — a empresa é subsidiária da Eletrobrás que além de transmitir, também é geradora de energia, porém com menor representatividade. A Empresa possui nove mil quilômetros de linhas de transmissão, 34 subestações, 11 subestações com operação ou manutenção da própria empresa e uma conversora de frequência, que faz a integração energética entre Brasil e Argentina, 19 mil torres e 69 mil quilômetros de cabos.

As linhas possuem vários quilômetros de extensão e, portanto, ocupam grandes espaços de terra. Não apenas o espaço físico ocupado pelas torres e cabos, mas também o espaço de segurança chamado de “faixa de servidão”. O DPI (Departamento de Patrimônio Imobiliário) é responsável por gerenciar estas áreas. A faixa de servidão é presente ao longo do eixo de toda a Linha de Transmissão, sua largura é determinada em função do tipo de linha instalada, embasada em cálculos e parâmetros estabelecidos pela norma técnica ABNT NBR 5422 que leva em consideração o balanço e a deflexão dos cabos, o campo eletromagnético, ruído audível exercido pela tensão, interferência nas ondas de rádio, etc.

São previstos usos alternativos para as áreas em faixa de servidão, porém com algumas ressalvas:

“Toda e qualquer utilização da faixa de segurança deve ser precedida de análise e aprovação por parte da concessionária de energia elétrica. Para isso é, proibido atividades que promovam a permanência e aglomeração de pessoas, tais como: quadras ou campos destinados a práticas esportivas ou recreação; praças e parques em geral, etc.” – (ORIENTAÇÃO TÉCNICA SEMAL - 01/97 Rev.3)

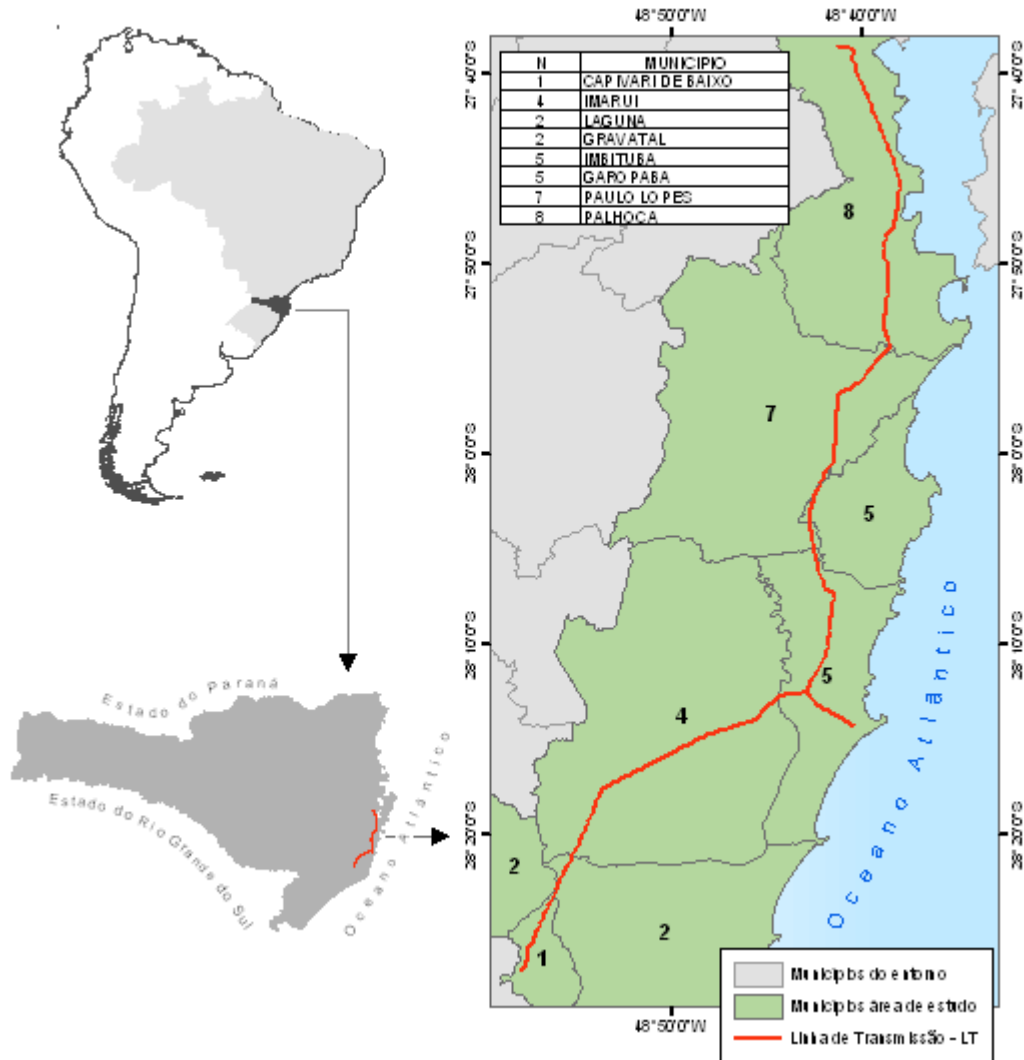
Como alternativa de uso para faixa de servidão pode-se citar: o cultivo de hortas, cultura de flores, ajardinamento e pomares, com espécies de, no máximo, três metros de altura.

### 1.2 Identificação da Problemática:

Com o aumento populacional, a demanda pela terra é cada vez maior, e conseqüentemente seu custo. Visto isso, dá-se maior importância ao planejamento territorial, manejo e otimização do uso e ocupação do solo, e as geotecnologias demonstram ser ótimas ferramentas para execução de tais tarefas. A empresa Eletrosul Centrais Elétricas S.A, através do seu programa de P&D (pesquisa e desenvolvimento) firmou uma parceria com o GeoLab (Laboratório de Geoprocessamento) da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC a fim de conhecer melhor os locais onde estão localizadas as linhas de transmissão, juntamente com seu entorno, e iniciar um trabalho cartográfico e de gerenciamento de banco de dados específico para o uso da empresa.

Devido a extensão das linhas de transmissão, o uso das áreas em faixa de servidão, é de difícil controle, fugindo, muitas vezes, às normas estabelecidas, oferecendo risco aos que as desrespeitam. Falta conhecimento espacial das áreas no entorno sob as linhas, já havendo processo de invasão e descontrole, sendo ocupadas das mais variadas formas possíveis. É necessário, portanto, gerar uma metodologia que possibilite um fácil e confiável método de monitoramento e gestão dos corredores que abrangem as linhas de transmissão. Com a utilização das geotecnologias, o controle, em escala macro, pode ser feito com baixo custo relativo, possibilitando ainda a constante atualização dos bancos de dados, e a observação da evolução do quadro da área de interesse.

### 1.3 Área de Estudo:



**Figura 1:** Área de estudo – Trecho da LT Capivari de Baixo - Palhoça

A área de estudo abrange o trecho da Linha de Transmissão de Energia Elétrica (LT) desde o município de Capivari de Baixo onde está localizada a termoeletrônica Jorge Lacerda até o município de Palhoça próximo a região litorânea do Estado de Santa Catarina (Figura 01),

Os trechos da LT são divididos entre as subestações e os nomes dos mesmos são conhecidos dentro da empresa Eletrosul pelos nomes dos municípios, portanto trecho da LT é conhecido como Capivari de Baixo – Palhoça.

### 1.4 Revisão bibliográfica:

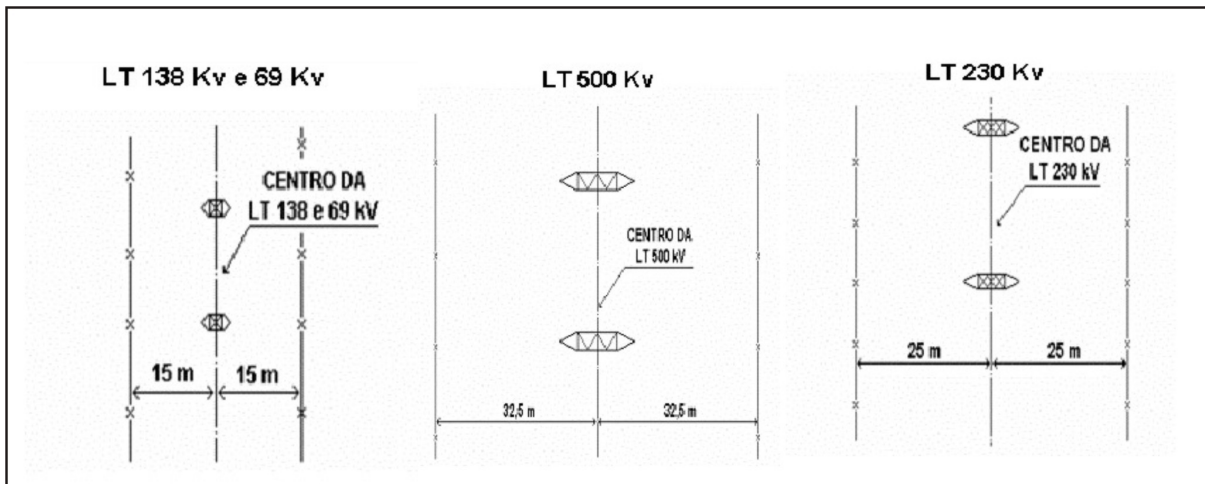
A transmissão de energia elétrica no Brasil é realizada através da implantação de linhas de transmissão aéreas. Juntamente as linhas de transmissão são definidas as faixas de servidão. Neste tipo de implantação os impactos ambientais são inevitáveis, e as empresas de energia elétrica têm procurado desenvolver ações para mitigá-las.

A servidão administrativa para passagem de linha de transmissão é instituída mediante declaração de utilidade pública por resolução da ANEEL (Leis 8987 de 13/02/95 e 9648 de 27/05/98).

Os critérios, identificação e definição das áreas na faixa de uma linha de transmissão são definidas com base nas normas para o projeto, nas especificações para construção, nas orientações jurídicas, no histórico de performance de linhas e nos contratos de constituição de servidão de faixas de linhas de transmissão no que se refere à utilização da faixa de servidão.

Segundo Oliveria (2006), a Faixa de Servidão se define como as áreas de terra ao longo do eixo da Linha de Transmissão (LT), cujo domínio permanece com o proprietário, porém, com restrições ao uso da área. Declarada através de instrumento público extrajudicial. Sua distância de utilidade pública é instituída transversalmente ao eixo da LT determinada em função de suas características elétricas e mecânicas, necessárias para garantir o bom desempenho do empreendimento, sua inspeção e manutenção e a segurança das instalações e de terceiros, essa determinação da largura é feita através de cálculos conforme definições e parâmetros, estabelecidas nas normas técnicas ABNT NBR 5422.(Figura 2)

Uma serie de fatores são considerados para efetuar o cálculo de uma faixa de servidão, entretanto os principais são basicamente: o balanço e a deflexão dos cabos, o campo elétrico e o campo magnético, ruído audível exercido pela tensão energética e interferência nas ondas de rádio. A figura 2 exemplifica as Faixas de Servidões estabelecidas pela Eletrosul Centrais Elétricas S.A, relacionando a largura da faixa com a tensão de rede, ou seja, quanto maior a tensão mais larga é a Faixa de Servidão.



**Figura 2 :** Largura da Faixa de Servidão conforme a tensão de LT em linha de circuito simples.

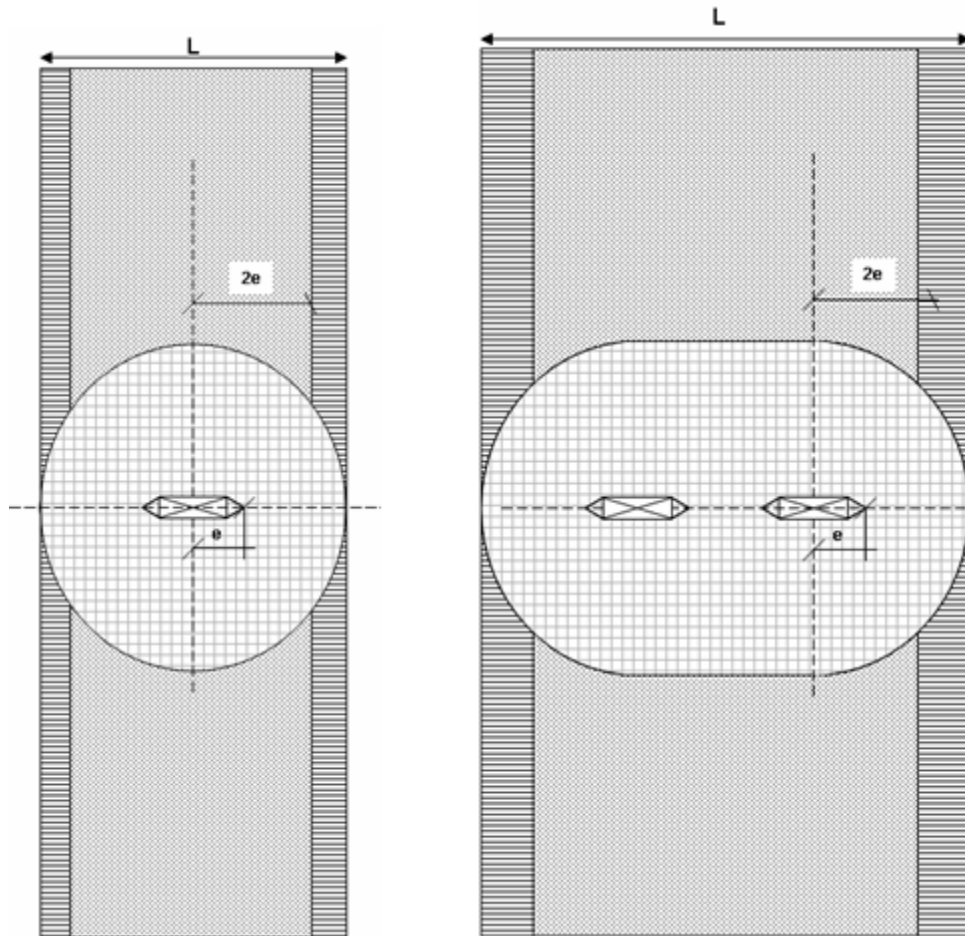
Estas definições visam possibilitar o melhor desempenho para a linha e maior grau de segurança do pessoal próprio e terceiros. No entanto alguns usos e forma de ocupação na Faixa de Servidão estão regulamentados por normas publicadas pela Eletrosul.

A Faixa de servidão possui três classes distintas e as classes permitem distintos usos relacionados as classes. Para classificar os diversos tipos de uso, a faixa de servidão é dividida nas seguintes áreas (Figura 3):

Área "A" - É uma área circular em torno das estruturas da linha de transmissão, de raio igual a metade da largura da faixa. Para o caso de linhas paralelas, a área A é definida pelos dois semicírculos de raio igual à distância do centro das torres até o limite externo da faixa, e pelas retas que unem os semicírculos, a partir do eixo das linhas.

Área "B" - É definida por uma área na faixa ao longo da linha, de largura igual a quatro vezes a distância horizontal máxima entre o centro da torre e a fase lateral. Para o caso de linhas paralelas, a área situada entre elas pertence à área B.

Área "C" - É a área da faixa de linha de transmissão, excluídas as áreas "A" e "B".



**Figura 3** : Divisão das classes dentro da faixa de servidão.

Por outro lado, as atividades de transmissão, distribuição e geração de energia estão sujeitas à legislação federal, estadual e municipal de ampla cobertura referente à preservação do meio ambiente. A Constituição Federal confere poderes aos Governos Federal e Estadual para promulgar leis destinadas a proteger o meio ambiente e a editar regulamentação ao amparo dessas leis sendo que os municípios podem também fazê-lo com relação aos assuntos de interesse local.

Em linhas gerais, os projetos de implantação de linhas de transmissão e seu entorno, devem ser concebidos de forma a incorporar as variáveis ambientais e as restrições ambientais decorrentes das disposições legais, a saber:

- Os estudos de traçados de novas linhas de transmissão são elaborados com vistas a minimizar os impactos sócio-ambientais;
- Os traçados buscam sempre as menores interferências com a vegetação;
- São utilizadas estruturas maiores para a transposição de matas nativas;
- Os vãos entre as estruturas das linhas de transmissão, nas travessias de rios e córregos, são aumentados;
- São utilizadas estruturas autoportantes, ao invés de estaiadas, e reduzida a largura da faixa em locais de topografia acidentada, para minimizar processos erosivos.

Além destes aspectos deve-se considerar a alteração na drenagem natural, a compactação do solo, a erosão e a desestabilização de encostas, que traz como consequência o assoreamento dos cursos de água e sua consequente degradação.

O procedimento para instalação de novas linhas de transmissão requer o cumprimento de uma série de medidas de proteção ambiental, de acordo com a Constituição Federal e respectivas leis e regulamentações federais, estaduais e municipais.

Com fins específicos para as análises realizadas nesta pesquisa destacamos na Tabela 1, algumas leis importantes a serem consideradas quando da implantação de linhas de transmissão.

**Tabela 1** – Parâmetros e as respectivas legislações ambientais.

	Declividade		Legislação e os parâmetros exigidos
	Graus	%	
<b>Encostas de Morros : Montanhas e Montes.</b>	25°	46,60%	CODIGO FLORESTAL: Lei 4771/65 – Art. 10 - Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.
	45 °	100%	CODIGO FLORESTAL: Lei 4771/65 Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45 , equivalente a 100% na linha de maior declive;
<b>Tabuleiros e Chapadas</b>	<b>Hipsometria - 100 metros</b>		Lei N° 7803/89 – Art. 2º - (cont..) g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

## 2 Metodologia:

Para apresentar a metodologia de forma didática a mesma está dividida em duas etapas: Entrada de Dados e Processamento de dados. Os dados fazem parte da estruturação do banco de dados cadastrais da empresa Eletrosul e os resultados apresentados baseados na metodologia aplicada são parciais tendo em vista que o trabalho está em andamento.

### 2.1 Entrada de Dados:

Os dados são:

- Imagem Quickbird ortoretificada da área da Linha de Transmissão – LT;
- *Geodatabase* com as torres e LT vetorizados;
- Imagem SRTM da área de estudo com resolução espacial de 30 metros e georreferenciada com base nas cartas topográficas da região. (EPAGRI-IBGE).
- *Software* ArcGis versão 9.2;
- *Software* Erdas Imagine versão 9.1.

### 2.1 Processamento de dados:

Para gerenciar os dados no *software* ArcGis, foi elaborado pelo aplicativo ArcCatalog um arquivo de banco de dados *Personal Geodatabase*, esse modelo de arquivo digital fornece maior integridade e segurança dos dados e permite realizar análises topológicas dos arquivos vetoriais. O *Geodatabase* foi configurado com o Datum SAD 69 e sistema de coordenadas geodésicas.

Para iniciar a introdução dos dados no *Geodatabase* foi adquirida uma imagem de satélite ortoretificada de alta resolução espacial do satélite Quickbird. O primeiro passo após a aquisição da imagem de satélite foi a identificação e vetorização das Torres de Transmissão de energia (TE) que compõe a Linha de Trasmissão de Energia (LT). As TE's foram vetorizadas com a feição de pontos e a LT's foram vetorizadas com a feição de linha. O processo de vetorização foi realizada no *software* ArcGis.

Após traçada a LT, foi delimitada a Faixa de Servidão com uma distância de quinze metros para cada lado da linha. O valor de quinze metros para a Faixa de Servidão está relacionado diretamente ,a tensão da rede de energia. A LT da presente pesquisa possui voltagem de 138Kv que tem como largura de faixa de servidão trinta metros, ou seja , quinze metros para cada lado da LT.

Com a LT e a faixa de servidão delimitada, o passo seguinte foi a geração dos mapas temáticos para confrontação dos dados.

Os mapas foram produzidos de acordo com a legislação ambiental. Para a elaboração dos mapas foi utilizada a imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da área de estudo. A própria imagem SRTM fornece dados da hipsometria do terreno, portanto o mapa de hipsometria foi elaborado apenas com a definição de cinco intervalos.

Para diagnosticar a hipsometria em relação a área da Faixa de Servidão e comparação com a legislação ambiental foi realizado um recorte da imagem. Após o recorte da imagem foram obtidos através do ArcGis os valores estatísticos da hipsometria na Faixa de Servidão (Tabela 2).

Com o mapa hipsométrico definido partiu-se para a elaboração do mapa de declividades. A geração do mapa de declividades contou com a utilização da imagem SRTM e o processo para transformação da imagem de relevo em declividade foi realizado através do software Erdas Imagine, com a função *Image Interpreter – Topographic Analysis – Slope*.

A imagem de declividade foi classificada conforme a legislação (Tabela 1). Os dados estatísticos da imagem de declividade estão apresentados na Tabela 2.

### 3 Resultados:

Os resultados estão apresentados em tabela e em imagens de hipsometria e declividade em toda a área de estudo com aplicação para a visualização de detalhes nos locais com maior variação dos respectivos parâmetros. A Figura 4 apresenta a hipsometria e a Figura 5 apresenta a declividade da área de estudo.

A Figura 6 destaca a área de APP em relação a declividade e a Figura 7 destaca a área de APP em relação a hipsometria.

Além dos mapas o software ArcGis permite extrair os valores estatísticos das imagens raster. OS valores estatísticos da hipsometria e da declividade na faixa de servidão estão apresentados na Tabela 2, onde a hipsometria teve a maior altitude com o valor de 260 metros e a menor altitude com o valor zero. A média da hipsometria na faixa de servidão foi de 48,99 metros e desvio padrão 51,62 metros.

Na imagem da declividade observou-se que o valor máximo encontrado foi de 29° o valor mínimo de 0°, a média foi de 6°51'36" e o desvio padrão foi de 6°48'00".

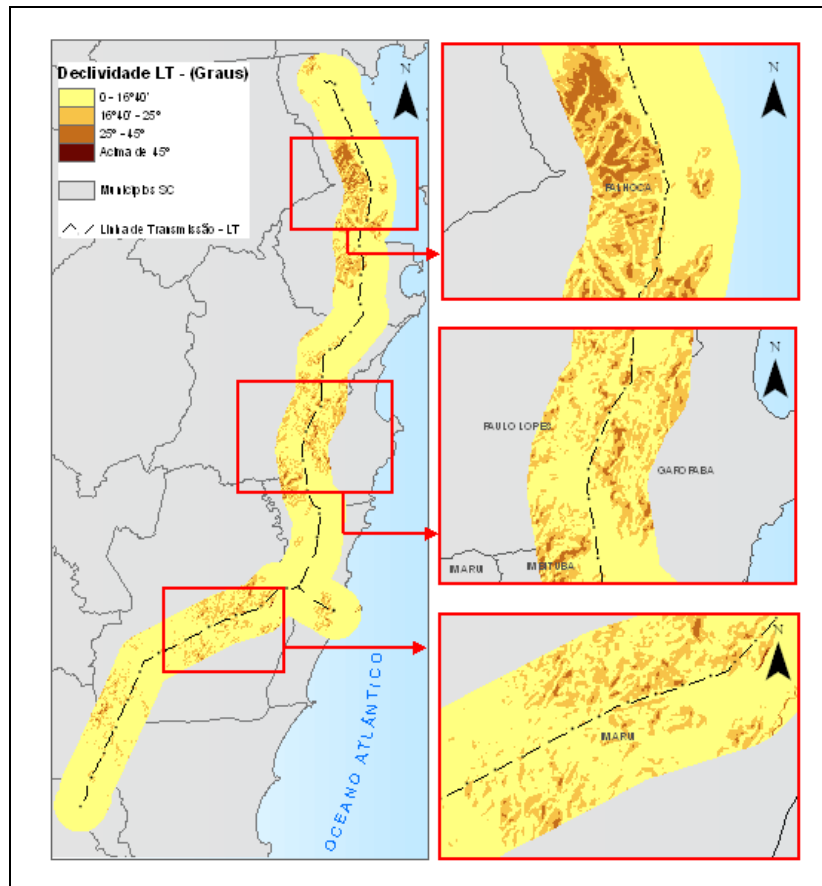
**Tabela 2:** Parâmetros estatísticos de hipsometria e declividade na faixa de servidão.

Parâmetro	Hipsometria (m)	Declividade (Graus °)
MÉDIA	48,99	6°51'36"
DESVIO PADRÃO	51,62	6°48'00"
VALOR MÍNIMO	0,00	0°
VALOR MÁXIMO	256,00	29°

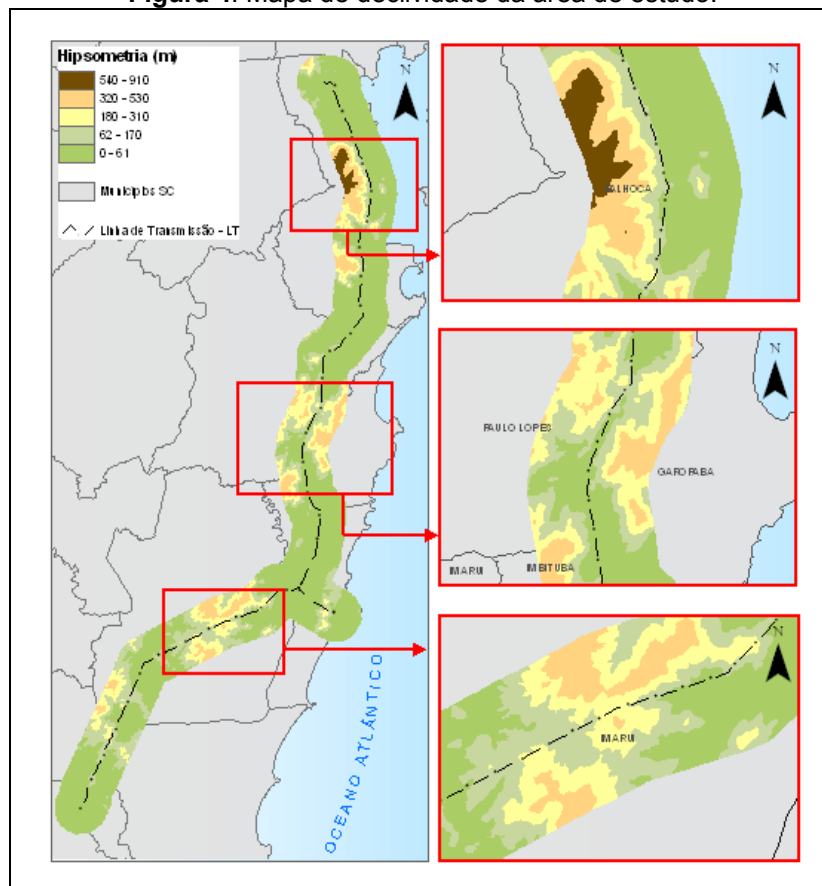
De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 referente a declividade pode-se concluir que na faixa de servidão as torres não estão instaladas em área de APP com declividade superior a 45°, porém existem locais que a declividade é superior a 25°, no entanto a maior área da construção da faixa de servidão e da Linha de Transmissão de energia estão em locais permitidos em relação as áreas de APP.

As áreas onde a declividade é superior a 25° estão localizadas no município de Paulo Lopes (Latitude 28°0'4,9"S e Longitude 48°41'32,4"W) e no município de Imituba ( Latitude 28°6'56,8"S e Longitude 48°42'05"W e Latitude 28°14'0,6"S e Longitude 48°40'56,2"W) Nos demais locais da faixa de servidão a LT está instalada em locais onde são cumpridas as exigências legais.

Em relação a hipsometria todos os municípios possuem terreno com altitude acima de cem metros na área de faixa de servidão. O município de Imarui é o que apresenta maior área onde estão instaladas a LT e a faixa de servidão.



**Figura 4:** Mapa de declividade da área de estudo.



**Figura 5:** Mapa de hipsometria da área de estudo.

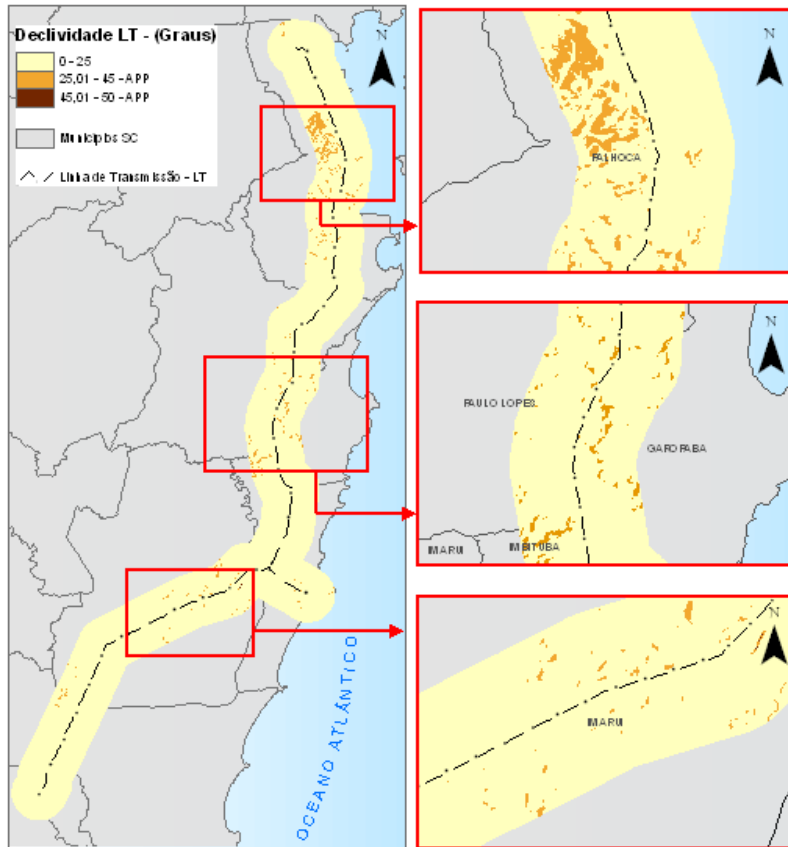


Figura 6 : Mapa de APP em relação a hipsometria.

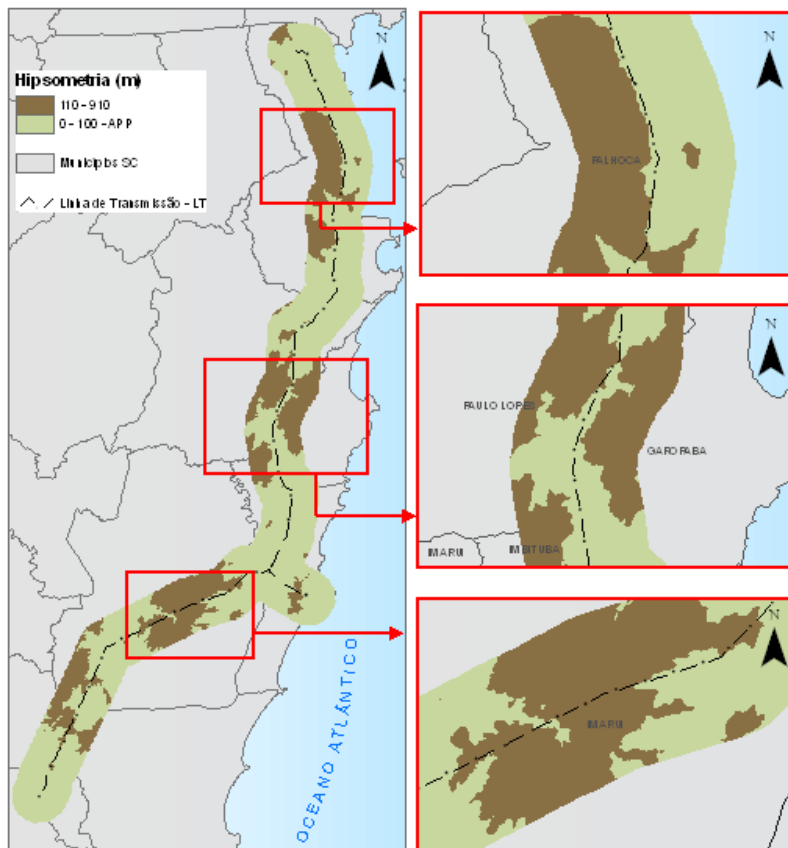


Figura 7 : Mapa de APP em relação a hipsometria.

#### 4 Continuação da Pesquisa:

Os mapas temáticos produzidos com a imagem SRTM do relevo e com a imagem de declividade produzida através de processo automático fornecem indicativos dos locais onde as LT está instalada em comparação com a legislação ambiental.

No entanto o resultado se tornará mais preciso com a utilização de um modelo digital de terreno (MDT) com maior resolução espacial.

Os dados gerados na pesquisa apresentada demonstram a aplicação de um método que será repassado a Eletrosul para a análise do seu patrimônio e estrutura.

O próximo passo da pesquisa será vetorizar a hidrografia e realizar a análise dos cursos e corpos d'água e as respectivas leis de proteção ambiental, bem como organizar os resultados dentro da estrutura do *Geodatabase*.

Outra atividades será a análise espacial do uso e ocupação do solo e as normas de utilização do solo nas faixas de servidão. Os dados de ocupação territorial e da legislação serão confrontados na faixa de servidão.

Toda a análise e os resultados do atual trabalho e das ações futuras serão parte de um banco de dados acompanhado da cartografia temática, onde a empresa Eletrosul tem como objetivo o conhecimento mais aprofundado e gerenciamento do seu patrimônio.

#### 5 Referências Bibliográficas

**ANEEL** – BIBLIOTECA VIRTUAL DA ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em Maio, 2005

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS** – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão e Subtransmissão de Energia Elétrica – NBR 5422 – Brasil.

**BRASIL**. Código Florestal. Lei N.º 4.771 – de 15 de setembro de 1965. Retrata que as formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País. Lei alterada pela lei No 7,803 – 18 de Julho de 1989

**BRASIL**. Constituição Federal (1988) Capítulo do Meio Ambiente (art. 225). direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Lex. Legislação federal e marginalia, São Paulo, v58 p. 1966, out 1995.

**BRASIL**. Decreto Federal no 23.569/33, artigo 35. Regula o exercício dos geógrafos na realização dos trabalhos topográficos, geodésicos e astronômicos. É a matriz para todas as atividades dos geógrafos. 11 de dezembro de 1933.

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente –Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>  
Acesso em Abril 2005

**DIREITO AMBIENTAL** - Busca Na Página De Direito Ambiental – Disponível em: <http://www.lei.adv.br>.  
Acesso em Março 2005

**Eletrosul Centrais Elétrica S.A.** Manual de Manutenção. Faixa de Servidão em Linhas de Transmissão – Permissões e Proibições de Uso.Revisão 2.

**OLIVEIRA, F.H; WOSNY G.C; DAL SANTO, M.A.** *Sistema de Informação Geográfica apoiando o Mapeamento temático e o Cadastro das Linhas de Transmissão de Energia Elétrica* COBRAC 2006 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis · 15 a 19 de Outubro 2006