UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA

JANIO QUEIROZ SOUTO

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESSÃO À
OCUPAÇÃO IRREGULAR DA FAIXA DE PASSAGEM:
O CASO DA LINHA ANHANGUERA-GUARULHOS

Versão Corrigida

SÃO PAULO

2017

JANIO QUEIROZ SOUTO

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESSÃO À
OCUPAÇÃO IRREGULAR DA FAIXA DE PASSAGEM:
O CASO DA LINHA ANHANGUERA-GUARULHOS**

Dissertação apresentada ao Departamento de
Geografia de Faculdade de Filosofia,, Letras e
Ciências Humanas da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Geografia

Área de Concentração:
Geografia Humana

Orientador Prof. Dr.
Reinaldo Paul Perez Machado

Versão Corrigida

São Paulo
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

S719m SOUTO, Janio Queiroz
Mapeamento de Áreas de Pressão à Ocupação Irregular da Faixa de Passagem: o Caso da Linha Anhanguera-Guarulhos / Janio Queiroz SOUTO ; orientador Reinaldo Paul Perez MACHADO. - São Paulo, 2016.
132 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Humana.

1. Linhas de Transmissão. 2. Ocupação Irregular. 3. Faixa de Servidão. 4. Geoprocessamento. I. MACHADO, Reinaldo Paul Perez, orient. II. Título.

Este trabalho é dedicado à memória dos meus pais

Eli Ferreira Souto e
Enetária de Queiroz Souto,
e também do meu irmão
Erlan Queiroz Souto

A eles toda minha saudade!

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Reinaldo Machado Paul Perez pela orientação durante os anos da execução deste trabalho, sobretudo por aceitar orientar alguém ocupado com trabalho formal com pouco tempo para se dedicar aos estudos. Meu muito obrigado!

Aos amigos e apaixonados geógrafos Danilo Rogério e Cristiane Queiroz (esta extensivo à sua família) pelo auxílio prestado, conversas e leituras do texto a qualquer dia, hora e momento, sempre dispostos a ajudar. Para eles todo o meu respeito, admiração e dívida eterna.

Aos Profs. Drs. Di Biase e Morato pelas dicas e observações no exame de qualificação.

Aos Profs. Drs. Fernando Kawakubo e Rúbia Morato, meus amigos, que me apresentou, insistiu e ensinou a trabalhar com o geoprocessamento. A estes minha gratidão.

Ao Prof. Dr. Aylton Lucchiari pela orientação no trabalho de graduação. Minha saudade!

À Edna Souto, Josué Souto e Alberto Souto por que foram fundamentais em momentos distintos de minha vida. Deixo para eles o meu agradecimento público e lhes dedico este trabalho como prova de que auxílio o prestado não foi em vão, sem o que fizeram este trabalho não existiria.

À Marcela e Tony, meus primos, com que tenho convivido tantos anos, sempre solícitos e tolerantes com a desordem na casa, devido aos livros, artigos e outras coisas espalhadas. Meu eterno agradecimento.

Ao Engenheiro Ricardo Cantarani deixo meu agradecimento pelo auxílio com o SPSS e por ser sempre receptivo e disposto a colaborar.

Ao Rogério Lavandoscki pelo pronto atendimento na cessão das palestras do ENIF.

À Emplasa pela cessão das Aerofotografias do Mapeia São Paulo, fundamentais para a execução do trabalho.

E finalmente agradeço aos meus irmãos e irmãs por que são fundamentais e por tudo que representam em minha vida.

Grande dúvida: Grande despertar.
Pequena dúvida: Pequeno despertar.
Nenhuma dúvida: Nenhum despertar.

RESUMO

As linhas de transmissão no Brasil formam uma imensa rede de transporte de energia elétrica denominada SIN (Sistema Interligado Nacional). Ao longo das áreas próximas às linhas existem corredores denominados faixa de passagem. Devido à alta tensão dos cabos energizados e aos riscos para a população e para o sistema, essas áreas têm restrições de uso. Contudo, sabe-se que, frequentemente, são registradas ocorrências de ocupações ilegais. O presente trabalho discute a questão das ocupações irregulares nas faixas de passagens das linhas de transmissão de energia elétrica em áreas urbanas no Brasil. Isto porque as variáveis que influenciam para ocorrência da infração estão localizadas preferencialmente nas cidades. A análise está focada nos fatores presentes nas adjacências das faixas de passagens. Foram identificadas três características propulsoras do descumprimento da regra: a tipologia do uso do solo, a associação das condições socioeconômicas e a densidade demográfica nas imediações dessas faixas. O estudo baseia-se nessas variáveis e faz uso das técnicas do geoprocessamento para a realização de uma série de tarefas necessárias para a execução do trabalho, como mapeamento do uso do solo, geração de *buffer* análise e produção de *overlays*. Os recursos das análises de agrupamento foram o meio usado para sintetizar os dados referentes à população, à renda e à escolaridade. O modelo desenvolvido foi aplicado e testado nos arredores da Linha de Transmissão 345 kV – Anhanguera-Guarulhos, situada na zona norte da cidade de São Paulo e que perpassa por áreas com diversos tipos de urbanização, diferentes níveis de renda, variadas classes sociais e muitos tipos de uso e ocupação do solo.

Palavras-Chave: Ocupação irregular, Linhas de Transmissão, Faixa de Servidão, e Geoprocessamento.

ABSTRACT

The Electric Power Transmission Lines in Brazil form an immense network of electricity transportation named the National Interconnected System (SIN). Along the nearby areas of the lines transmissions, there is a zone called line transmissions corridor. Due to the high-voltage of the power cables and the risks to the population and to the system, these areas have restrictions of use. However, it is known that illegal occurrences are frequently registered. The present work discusses the matter of irregular occupations in the line transmission corridors of the electric power transmission lines in urban areas in Brazil. It is because of the fact that the variables that influence this type of infringement are exceedingly present in cities. The focus of the analysis is on factors found in the vicinities of the lines transmission corridors. Three propelling characteristics of the rules non-compliance were identified: the soil use type, the association of socioeconomic conditions and the demographic density of the surrounding area. The study is based on these factors and uses geoprocessing techniques to perform a series of tasks required for the execution of this work, such as mapping the land use, generating the buffer analysis and producing the overlay analysis. The resources of the cluster analysis were used to synthesize data referring to the population, income and education. The developed model was applied and tested in the surroundings of the 345kV electric line transmission – Anhanguera- Guarulhos, located in the northern part of the city of São Paulo, passing through areas with different types of urbanization, different income levels, various social classes and many types of land use.

Keywords: Irregular occupation, Line Transmission Corridor, Right-of-Way and Geoprocessing.

LISTA DE FIGURA E MAPAS

Figura 1 - Mapa dos Principais Potenciais Tecnicamente Aproveitáveis no Mundo – 2011 ...	9
Figura 2 - Gráfico da participação da energia hidráulica na geração de energia elétrica no Brasil – 2012.....	10
Figura 3 - Mapa dos centros de produção X centros de consumo de energia no Brasil	12
Figura 4 – Fluxograma da estrutura do setor elétrico brasileiro.....	17
Figura 5 - Ilustração da produção de energia elétrica da geração ao consumo	18
Figura 6 - Mapa do Sistema Interligado Nacional	24
Figura 7 – Traçado do Sistema Interligado Nacional	25
Figura 8 - Estrutura com indicação das medidas que envolvem a faixa de passagem	30
Figura 9 – Exemplos de tipos de torres para linhas de transmissão	31
Figura 10 - Ilustração do Projeto <i>The Land of Giants</i>	34
Figura 11 - Modelos de torres adequadas ao ambiente.....	35
Figura 12 – Infraestrutura de ERBs integradas a paisagem	36
Figura 13 - Invasões em faixa de passagem da CTEEP.....	40
Figura 14 – Invasões em faixas de passagem da Light.....	41
Figura 15 – Programa de cultivo de hortaliças em faixas de passagem da <i>Light</i> (Vigário Geral).....	42
Figura 16 – Indicadores de faixa de servidão em Guarulhos de Furnas Centrais Elétricas....	43
Figura 17 – Retirada de ocupante ilegais em faixa de servidão em Guarulhos	43
Figura 18 – Regiões de administração de faixas de passagem da Eletrosul	45
Figura 19 – Número de invasões em faixa de passagem da Eletrosul 2009/201	46
Figura 20 – Invasões e Ações preventivas na área de concessão da Eletrosul	46
Figura 21 – Ocupação irregular em área de alto padrão	47
Figura 22 – Invasões na área de concessão da CPFL	48
Figura 23 – Fluxograma do modelo de desenvolvimento do trabalho	58
Figura 24 - Linha de Transmissão em área rural	60
Figura 25 - Linha de Transmissão e tipologias do uso do solo em área urbana	61
Figura 26 – Técnica para mapeamento das torres.....	63
Figura 27 - Técnica para o mapeamento das linhas	63
Figura 28 - <i>Buffer</i> 250 a partir da faixa.....	64
Figura 29 – Distância e quadras consideradas na análise	65

Figura 30 – Distância envolvidas na análise	66
Figura 31 – Área com forte inclinação ocupada irregularmente	68
Figura 32 - Linha de Transmissão na Marginal do Rio Pinheiros – São Paulo.....	68
Figura 33 - Mapa da Densidade Demográfica - 2010 - Área do Estudo	71
Figura 34 - Mapa da Renda Média Mensal - 2010 - Área do Estudo	72
Figura 35 - Mapa da Média de Anos de Estudo - 2010 - Área do Estudo	73
Figura 36 - Mapa de Clusters – Renda, Escolaridade e Densidade - 2010 - Área do Estudo.....	75
Figura 37 – Fluxograma das classes de uso do solo definidas para o trabalho.....	80
Figura 38 – Despontar de ocupação irregular sob a linha Anhanguera-Furnas.....	83
Figura 39 – Evolução da formação de ocupação de terreno vago próximo a um conjunto habitacional	83
Figura 40 – Estágios da ocupação irregular sob a linha Anhanguera-Guarulhos e reintegrada pela empresa	84
Figura 41 – Esquema de produção de <i>overlays</i>	86
Figura 42 – Mapa de localização da área de estudo	88
Figura 43 – Mapa de uso do solo da área de estudo.....	89
Figura 44 – Mapa de <i>Cluster</i> da área de estudo	90
Figura 45 – Mapa de Faixas de 50m a partir da faixa de passagem da área de estudo.....	91
Figura 46 – Mapa de propensão à ocupação irregular da faixa da LT Anhanguera-Guarulhos	92
Figura 47 – Comparação do resultado da <i>Cluster Análise</i>	94
Figura 48 – Comparação do resultado da <i>Cluster Análise</i>	95
Figura 49 – Áreas com terrenos sem construções.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Países com maior capacidade instalada e geração de energia hidráulica no mundo em 2011	10
Tabela 2 - Classes de tensão para uso no Brasil	21
Tabela 3 - Classificação do nível de tensão conforme operação	21
Tabela 4 - Tensões das Linhas de Transmissão do Sistema Elétrico Brasileiro	22
Tabela 5 - Largura padrão para diversas tensões	31
Tabela 6 - Ocorrências de invasões em Faixas de Passagem de CTEEP - 2010.....	40
Tabela 7 – Obstáculos para gestão de faixas de passagem.....	44
Tabela 8 - Tipologia de Uso do Solo - TPCL.....	78
Tabela 9 – Pesos atribuídos as variáveis	85

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE:	Associação Brasileira das Distribuidoras de Energia Elétrica
ANA:	Agência Nacional de Águas
ANEEL:	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP:	Agência Nacional de Petróleo
APR:	<i>Preliminary Risk Analysis</i>
BIG:	Banco de Informações da Geração
BNDES:	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPA:	<i>Bonneville Power Administration Office</i>
CA:	Corrente Alternada
CC:	Corrente Contínua
CCEE:	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEDOC:	Centro de Documentação da ANEEL
CHESF:	Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco
CIGRÉ:	<i>Councilon Large Electric Systems</i>
CNPE:	Conselho Nacional de Política Energética
CONAMA:	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPFL:	Companhia Paulista de Força e Luz
CTEEP:	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
DIT:	Demais Instalações da Transmissão
DNAEE:	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
ENIF LT:	Encontro Nacional de Invasão de Faixas de Linhas de Transmissão
EPE:	Empresa de Pesquisa Energética
EPTE:	Empresa de Planejamento em Transmissão de Energia
FMEA:	<i>Failure Modesasn Effects Analysis</i>
FTA:	<i>Fault Tree Analysis</i>
GDS:	<i>Geo-demographicSituation</i>
GPS:	<i>Global Position System</i>
GWh:	Gigawatts/hora
HAZOP:	<i>Hazard and Operability Analyis</i>
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEC:	<i>International Eletronical Comission</i>
kV:	Quilovolts
kcal:	Quilocaloria
LT:	Linhas de Transmissão
MAE:	Mercado Atacadista de Energia
Mcal:	Megacaloria
MJ:	Megajoule
MJ:	Ministério da Justiça
MMA:	Ministério do Meio Ambiente
MME:	Ministério de Minas e Energia
MW:	Megawatts
NBR:	Norma Brasileira
ONS:	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH:	Pequenas Centrais Hidroelétricas
PDCA:	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PDE:	Plano Decenal de Expansão da Energia Elétrica
RE-SEB:	Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro
SCUT:	Sistemas de Classificação do Uso da Terra
SIG:	Sistemas de Informações Geográficas
SIN:	Sistema Integrado Nacional
SNRH:	Secretaria Nacional de Recursos Hídricos
TPCL:	Territorial, Predial, Conservação e Limpeza
UHE:	Usinas Hidroelétricas
USGS:	<i>United States Geological Survey</i>
USP:	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Descrição do problema	3
1.2	Justificativa	4
1.3	Hipótese.....	5
1.4	Objetivos	5
1.4.1	Gerais	5
1.4.2	Específicos	5
2	A ENERGIA E O SETOR ELÉTRICO.....	6
2.1	Considerações iniciais	6
2.2	O setor elétrico brasileiro	13
2.2.1	Estrutura do setor elétrico no Brasil	14
2.3	Linhas de Transmissão (LTs)	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	27
3.1	Definindo a Faixa de Passagem	27
3.1.1	Conceitos associados à Faixa de Passagem.....	27
3.2	Restrições e ocupação irregular da Faixa de Segurança	32
3.2.1	Os estudos realizados	37
3.3	O porquê da análise com o Geoprocessamento	49
3.4	Mapeamento de uso do solo	52
3.5	Análise de Agrupamentos	54
4	DESENVOLVIMENTO, MATERIAIS E APLICAÇÃO DO MODELO	57

4.1	Desenvolvimento do modelo e identificação das variáveis adequadas	58
4.1.1	O seccionamento da linha	59
4.1.2	Técnicas para o mapeamento da linha.....	62
4.1.3	<i>Buffer</i> Análise	64
4.1.4	Localização dos vetores de pressão.....	67
4.1.5	<i>Clusters</i> socioeconômico.....	69
4.1.6	As classes de uso do solo	75
4.1.7	A influência da magnitude dos fatores	82
4.1.8	A técnica de <i>overlays</i>	86
4.2	Materiais e equipamentos	87
4.2.1	Imagens	87
4.2.2	Dados	87
4.2.3	Software e Hardware	87
4.3	Aplicação – o caso da linha Anhanguera-Guarulhos	88
4.3.1	Localização da Área de Estudo	88
5	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS E DA METODOLOGIA	
	PROPOSTA	93
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
7	INDICAÇÕES E SUGESTÕES A SEREM CONSIDERADAS EM UM	
	PRÓXIMO TRABALHO	98
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

1 INTRODUÇÃO

As características físico-territoriais proporcionam ao Brasil algumas vantagens quando se trata da utilização da água como recurso para geração de energia elétrica de forma renovável e limpa e propiciar a segurança energética ao país. Isso se deve a associação do relevo planáltico à enorme rede hidrográfica disseminada pela imensa área territorial.

A geografia (relevo e geomorfologia) impõe condições para que haja aproveitamento da energia hidráulica, para sua adequada exploração é necessário que a topografia contenha um desnível mínimo para formação de queda d'água suficiente para instalação das usinas geradoras de eletricidade. Essas condições geográficas determinam o local dos empreendimentos. Ocorre que, com raras exceções, os requisitos necessários para implantação da usina geradora estão situados em sua maior parte distantes das áreas que concentram o consumo de energia. Isso requer que a energia produzida seja transportada até os centros de consumo por meio de Linhas de Transmissão Aérea.

Além dos paramentos puramente elétricos necessários para o bom funcionamento de uma linha de energia, uma faixa de terra ao longo da extensão da linha é declarada como área de utilidade pública, a faixa de passagem. Essas áreas demandam uso restrito devido ao perigo que oferece tanto para as pessoas quanto para o funcionamento do sistema elétrico.

As empresas detentoras das concessões da transmissão de energia no Brasil com frequência detectam invasões da população nas faixas de passagem, tanto no ambiente urbano quanto no rural. Antecipar ou prevenir essas infrações é importância primordial para as companhias responsáveis pela operação, manutenção e gestão das linhas de transmissão. Identificar áreas potencialmente propulsoras de invasão é de suma importância para a prevenção da infração.

Entende-se que a associação de algumas variáveis – como uso do solo, situação socioeconômica e proximidade da linha – contribuem para a ocorrência da infração. Admite-se ainda que essas variáveis exerçam graus distintos de influência na invasão

dessas áreas. Diante disso, este trabalho orientou-se na busca de um meio que permitisse o mapeamento das diversas tipologias de uso e ocupação do solo; a realização do agrupamento dos diversos indicadores socioeconômicos associados à densidade demográfica; a criação de uma hierarquia dos graus de influência com que cada uma das variáveis atua dentro do processo; a localização dos vetores de pressão à ocupação irregular; e a combinação de todos esses componentes em um único mapa, que permita visualizar as áreas com maior propensão à infração.

O ato de estudar e registrar informações geográficas por meio de mapas, de cartas, de dados sobre o relevo, da fauna, da flora, das rotas comerciais, dos limites políticos, entre outros, foi registrado por todas as civilizações. Mas, foi o progresso contínuo da informática que gerou a possibilidade de integrar vários mapas e analisá-los em conjunto. Sendo assim a técnica de tratamento das informações geográficas por meio de *softwares* específicos, denominada **Geoprocessamento**, demonstrou-se adequada para a aplicação neste trabalho.

Observou-se também que os Setores Censitários contém um enorme conjunto de dados a respeito da população brasileira. Para que todo esse agregado de dados possa ser útil à aplicação no planejamento e estudos em geral, é necessário tratá-los de maneira que sejam reduzidos a poucos grupos. A técnica oriunda da Estatística para agrupar dados de tal forma que os elementos sejam semelhantes no mesmo grupo, a *Cluster Análise*, mostrou-se apropriada para o emprego neste estudo, o qual tem a necessidade de limitar os dados de população, de renda, de escolaridade e de densidade demográfica em poucos grupos semelhantes.

Ordenar elementos por níveis de importância é uma tarefa desafiadora. Quase sempre os dados disponíveis, com fácil acesso, não estão estruturados na forma ideal para utilização nos estudos. Assim, tem-se a necessidade de realizar um pré-tratamento dos dados com vistas ao objetivo buscado. Há também os aspectos subjetivos a serem considerados, pois exigem medições complexas no julgamento das variáveis envolvidas.

O meio para processar, calcular, combinar e espacializar todo esse conjunto de dados e informações foi o uso dos *softwares IBM SPSS, Microsoft Excel e ArcGIS*, que ao

final permitiu representar espacialmente em um mapa intitulado de Áreas de Propensão a Ocupação Irregular na LT Anhanguera-Guarulhos.

1.1 Descrição do problema

O Brasil é um país com dimensões continentais que ocupa uma área de 8.514.876,6 km² e população com cerca 200 milhões de pessoas. Há preferencialmente uma concentração populacional em aglomerados urbanos nas proximidades da costa, entretanto, pode-se dizer que está distribuída por o todo território, excetuando a região amazônica, onde há grandes vazios populacionais.

Para atender a esse imenso contingente populacional nas diversas localidades espalhadas pelo território, o Brasil conta com um parque gerador hidrotérmico¹ com características específicas, forte predominância de hidroelétricas e grandes extensões de linhas de transmissão. (VIEIRA, I. S., 2009)

As estimativas da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no Plano Decenal da Expansão da Energia Elétrica (PDE)² em 2016, são que o Brasil atingiria 120.000 km de linhas de transmissão. Para a construção, manutenção, operação e o bom funcionamento desses equipamentos, bem como para a segurança das pessoas que residem ou trafegam nas proximidades destes, uma faixa de terreno ao lado da linha é declarada de uso restrito.

Entretanto, as empresas concessionárias que operam o sistema de transmissão detectam com frequência a ocorrência de invasões na Faixa de Passagem por pessoas de diferentes classes sociais. Na classe baixa predomina a invasão para construção de barracos e favelas, enquanto que a classe média tenta apropriar-se da faixa com a extensão de muros, construções de edículas e até piscinas. (JARDINI, et al. 2004, p. 711).

¹ Refere-se aos tipos de usinas instaladas no Brasil, movidas com a força da água (Hidro) e pelo calor (Térmico). Estas últimas podem ser movidas à lenha, derivados de petróleo, bagaços de cana, carvão etc., de tal forma a fornecer energia firme e confiável durante todo o período da operação.

² Relatório final do PDE (Volumes I e II). Disponível em: www.epe.gov.br/pdee/forms/epeestudo.aspx

Esses eventos ao mesmo tempo em que oneram as empresas do setor - por serem detentoras da concessão têm sob sua responsabilidade a gestão da linha e, conseqüentemente, da Faixa de Passagem ao qual respondem ao órgão fiscalizador - também oferecem riscos à saúde ou até mesmo de morte quando a população incorre em tais infrações.

1.2 Justificativa

Visando a atender as normas de segurança exigidas pelo poder concedente, as empresas que atuam no segmento da transmissão e distribuição e que operam a rede básica³ e as Demais Instalações da Transmissão (DITs)⁴ mantém departamentos de patrimônio que são utilizados na inspeção de rotina para prevenir invasões da Faixa de Passagem e departamento jurídico para acionamento na Justiça caso necessitem a reintegração de posse na ocorrência de invasões, além de diversos aparatos de vigilância para antever uma possível ocupação ilegal. Este assunto será tratado de forma específica no item 3.2 dedicado às ocupações irregulares das faixas de passagem, apresentando as formas que as empresas têm utilizado para se antecipar ao problema.

Assim, o estudo contribuirá, à medida que propõe identificar áreas sensíveis a ocupação irregular da Faixa de Passagem, para reduzir os custos com a operação e manutenção da linha, o que automaticamente transforma-se em ganho indireto para toda a sociedade, uma vez que a tarifa paga na conta de energia tem como um dos critérios tais despesas. Outra importante contribuição está relacionada ao aumento da segurança para os moradores das proximidades da linha, pois com os possíveis pontos de infração mapeados, a empresa pode agir preventivamente e, assim, em caso de algum acidente, de causas naturais ou não, a população não estará exposta a tais riscos.

Considera-se importante destacar a forma de abordagem proposta em que o ponto de partida é a condição socioeconômica das populações vizinhas a esses empreendimentos, e não o meio físico e a infraestrutura, observados nos trabalhos produzidos a respeito

³ Instalações de transmissão do Sistema Interligado Nacional – SIN, de propriedade de concessionárias de serviço público de transmissão, definida segundo critérios estabelecidos pela ANEEL, tensão igual ou superior a 230 kV.

⁴ Instalações integrantes de concessões de transmissão e não classificadas como Rede Básica, em geral redes de 88 e 138 kV.

do assunto e que serão abordados de forma mais específica em capítulos dedicados à literatura existente.

Considerando todos esses fatores que trazem importantes contribuições para a sociedade como um todo, o tempo empregado para realização do trabalho, os custos gerados para torná-lo viável, se justificam, pois os benefícios auferidos poderão até mesmo ser mensurados.

1.3 Hipótese

Os vetores de pressão identificados como uso e ocupação do solo, situação socioeconômica e áreas limítrofes, quando associados ao ambiente urbano, potencializam a ocupação irregular da Faixa de Passagem.

1.4 Objetivos

1.4.1 Gerais

Contribuir com os estudos dedicados às ocupações irregulares da Faixa de Passagem, de maneira que, ao final desta pesquisa, fosse alcançado o desenvolvimento de uma metodologia para identificação de áreas com características específicas que tenham potencial para suscitar invasões.

1.4.2 Específicos

- Identificar variáveis com características gerais especificamente para o ambiente urbano e que permitissem a sua aplicação na maioria das faixas de passagem.
- Gerar segmentação socioeconômico-espacial nas proximidades das linhas de transmissão por meio de análise de agrupamentos e análise espacial associados ao uso do solo.

2 A ENERGIA E O SETOR ELÉTRICO

Para compreensão da existência das faixas de passagem e os mecanismos que as regem é imprescindível o entendimento dos conceitos, da estruturação, da regulação e outros assuntos concernentes à constituição e o funcionamento do setor elétrico.

2.1 Considerações iniciais

O avanço das técnicas cada vez mais revela a necessidade que o homem tem da energia e até mesmo o seu grau de dependência deste insumo. Desde a descoberta do fogo, momento o qual o homem percebeu que poderia utilizar a energia como fonte de calor, tanto para aquecimento como para cocção – de grande importância, pois facilitava a digestão dos alimentos, há um crescimento constante da demanda de energia. A partir de então, houve a busca incessante por fontes energéticas para satisfazer à crescente demanda e às novas necessidades. A madeira foi o primeiro grande combustível, seguido por tantos outros, vale destacar o carvão mineral e o petróleo que foram protagonistas de contendas no decorrer do século XX.

Gordon (2006) descreve a importância da energia e afirma que as pessoas a usam para existir, crescer e tornar as suas vidas mais fáceis. Demonstra o incessante crescimento *per capita* desde a época dos coletores/caçadores com cerca de 2.000 quilocalorias (kcal) o que equivale a 8 megajoules (MJ), passando para 4.000 kcal ou 17 MJ, atingindo 244,56 megacalorias (Mcal), ou seja, 1.001 MJ, no ano de 2000 nos Estados Unidos da América.

Assim, constata-se que a cada dia o homem incorpora novos usos de energia aos seus hábitos, e isso, conseqüentemente, requer ampliação da geração para atender a demanda. Goldemberg (2002) enfatiza a importância da energia para a sociedade contemporânea.

(...) o homem moderno precisa de muito mais energia do que aquela contida nos alimentos, pois ele usa uma variedade de serviços que lhes são exteriores, que usam energia, tais como, iluminação, temperatura ambiente adequada, refrigeração, transporte, telecomunicações, e ainda, produtos de consumo, que por sua vez, exigem energia. (GOLDENBERG, 2002)

Os recursos que podem ser convertidos em energia são fundamentais para o homem na atualidade, sendo assim, pode-se afirmar que a energia tem igual importância para os países, pois é essencial para o desenvolvimento, que é uma das aspirações dos povos de todos os países.

Economistas modernos, ao analisar o grau de desenvolvimento de um país, frequentemente baseiam-se no índice de crescimento do consumo *per capita* de energia elétrica, dada a relação direta com a produção industrial e o poder aquisitivo da população com a demanda por energia (FUCHS, 1997).

A identificação da curva ascendente do consumo, assim como a dependência de energia, não é uma constatação recente. No século passado, já havia estudiosos que defendiam políticas específicas para o setor por considerarem estratégicas para o desenvolvimento:

[...] face a crescente dependência de um moderno país industrializado em relação à eletricidade, insumo básico nos diversos setores de produção, a energia elétrica necessariamente vai possuir implicações estratégicas, devendo ser controlada e ter sua política definida de forma coerente e uniforme pelos poderes públicos. (CAMARGO, 1984, p.2)

O nível de desenvolvimento em que se encontra a sociedade contemporânea é extremamente dependente dos energéticos como um todo, nesse contexto a energia elétrica é de suma importância. Isso se deve ao grau de penetração na vida das pessoas, por está presente em praticamente tudo, nas residências, no trabalho, no lazer, nos hospitais, logo, há necessidade da garantia do suprimento para o bom funcionamento e continuidade da sociedade nos moldes os quais conhecemos. A vida moderna sem

energia elétrica é quase impensável em grandes centros. Tal situação, em poucas horas, poderia paralisar todo seu sistema de organização, como sistemas de saúde, metrô, trens, sistema bancário, elevadores, sistema de trânsito, passando pelo comércio, indústria e segurança pública. Assim, todos os setores da sociedade são dependentes do abastecimento de energia elétrica para seu bom funcionamento.

Dessa forma, não há como dissociar o uso da energia elétrica do funcionamento da sociedade atual, portanto, pode-se dizer que há uma relação direta entre oferta de energia e desenvolvimento. Entretanto, se por um lado a oferta de energia se faz necessária para o desenvolvimento, por outro, o fato de possuir reservas energéticas, sejam elas quais forem, por si só, não induzem ao desenvolvimento. Urge a capacidade de extração e transformação desses recursos.

Ainda que haja argumentos de que a humanidade possa viver de forma simples, portanto, dispensando o conforto proporcionado pelos recursos energéticos, é extremamente complexo afirmar a viabilidade da sociedade atual com a ausência total desses recursos.

A energia elétrica pode ser produzida de diversas formas. No Brasil de acordo com o Banco de Informações da Geração (BIG)⁵, atualmente são exploradas as fontes tradicionais, como hidroelétrica, termelétrica (geralmente movidas a gás, óleo ou biomassa) e nuclear; além das energias alternativas, solar, eólica e maré motriz etc.

A energia produzida pelas hidroelétricas têm muitas vantagens quando comparada com outras fontes energéticas, é uma fonte renovável, não ocorre emissão de gases de forma significativa no processo de produção, ainda, como utiliza a água como “combustível” tem custo praticamente nulo com força propulsora. Estas qualidades a colocam em uma posição privilegiada na geração de eletricidade frente às fontes derivadas de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural).

A hidroeletricidade se constitui na alternativa de obtenção de energia elétrica a partir do aproveitamento do potencial hidráulico de um determinado trecho de rio, normalmente assegurado pela construção de uma barragem e pela consequente

⁵Banco de dados que engloba as informações do segmento de geração de energia, disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

formação de um lago de forma que possa regularizar a vazão natural afluente do rio e fazer melhor uso do recurso disponível. A técnica do aproveitamento da água para a geração de energia elétrica encontrou no território brasileiro um importante campo, devido ao número de rios com potencial de exploração, contribuiu para o desenvolvimento e consolidação da engenharia nacional.

A figura 1 apresenta os países com os principais potenciais hidroelétricos tecnicamente aproveitáveis no mundo. O Brasil aparece muito bem representado na 3ª posição, atrás de Rússia e China, e com possibilidade de exploração de 10% do total energia hidráulica que o atual estágio de desenvolvimento das técnicas permite utilizar.

Figura 1 - Mapa dos Principais Potenciais Tecnicamente Aproveitáveis no Mundo – 2011
Fonte: MOREIRA, C. G., adaptado pelo autor.

Contudo, o potencial de exploração do que é tecnicamente aproveitável, a capacidade instalada em megawatts (MW)⁶, e a geração anual de energia em gigawatts/hora (GWh)⁷, não apresentam relação direta. Somente a China aparece na mesma posição em todos os quesitos, os outros países diferem de posições, como pode ser verificado na tabela 1.

⁶ De acordo com o Glossário de termo da CESP é carga máxima para a qual uma máquina, aparelho, usina ou sistema é projetado ou construído, não limitada pelas condições existentes de serviço. Disponível em:

http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/noticias_glossario?OpenDocument#letraE

⁷ Refere-se à quantidade máxima de energia produzida em uma hora.

Tabela 1 - Países com maior capacidade instalada e geração de energia hidráulica no mundo em 2011

Energia Hidráulica			
Capacidade Instalada (MW)		Geração Anual (GWh)	
Países	2011	Países	2011
1 China	231.000	1 China	714.000
2 Brasil	82.458	2 Brasil	428.571
3 Estados Unidos da América	77.500	3 Canadá	348.110
4 Canadá	74.104	4 Estados Unidos da América	268.000
5 Federação Russa	49.700	5 Federação Russa	180.000

Fonte: World Energy Resources - 2013 Survey - World Energy Council

Como se pode observar na figura 1 e na tabela 1 o Brasil ocupa posição de destaque no tocante ao potencial, à capacidade instalada e à geração de energia a partir de fonte hidráulica. A participação desta na matriz energética brasileira é majoritária, de acordo com o Anuário de Energia Elétrica 2013 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Esta fonte contribuiu com 75% de toda a energia gerada e consumida no país. Por sua vez, a tecnologia da geração de hidroeletricidade e os sistemas de produção e gestão são bastante avançados; no ano de 2006 abastecia a 92% dos domicílios no Brasil quanto à energia elétrica (KELMAN et al., 2006, p. 374).

O gráfico 1 apresenta a divisão da matriz elétrica brasileira de acordo com as fontes utilizadas e participação de cada uma na composição desta.

Figura 2 - Gráfico da participação da energia hidráulica na geração de energia elétrica no Brasil – 2012
Fonte: Anuário de Energia Elétrica 2013 - Ano base 2012 - EPE

De acordo com Tolmasquim et al. (2007, p. 48) o intenso crescimento econômico experimentado pelo Brasil no decorrer do século XX implicou em uma demanda crescente de energia primária. Esse crescimento expressivo está diretamente ligado ao processo de industrialização, com instalação de plantas eletrointensivas⁸, aumento da taxa de urbanização e forte incremento da expansão demográfica.

O crescimento demográfico e o aumento da taxa de urbanização são corroborados por números. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira mais do que dobrou nas últimas quatro décadas, passando de 90 milhões em 1970 para aproximadamente 200 milhões de pessoas em 2010. Com a taxa de urbanização não foi diferente, saiu de um patamar de 56,0% em 1970 para atingir 84,5% em 2010.

Para atender a todo esse contingente de pessoas, aglomeradas em centros urbanos, com o abastecimento de energia elétrica, necessitou-se da entrada de novas plantas no sistema de geração. Como visto anteriormente, a matriz elétrica brasileira está fortemente baseada na hidroeletricidade e isto requer condições específicas para que seja instalada a usina geradora. Entretanto, os locais adequados quase sempre estão distantes dos centros de urbanos, isso implica que a energia produzida seja conduzida até esses centros de cargas⁹ por uma extensa rede utilizada para o transporte de energia elétrica, em geral e na maior parte dos casos, dos locais de produção para as zonas de distribuição e consumo.

A figura 2 apresenta os principais centros de produção e consumo de energia no Brasil. Os símbolos vermelhos, triângulos, representam não só as usinas hidroelétricas (UHE), mas também os complexos que recebem os nomes associados à bacia onde estão instalados, como por exemplo, complexo do Paranapanema, do Paraná e do Grande. Os círculos em laranja representam os grandes centros de consumo, que ao longo deste trabalho serão chamados de centros de carga. Essa simbologia é meramente de

⁸ De acordo com o Glossário da Copel são setores em que a energia elétrica tem peso grande no processo de produção. Exemplos: não-ferrosos, siderurgia não-integrada, papel, ferro-liga, cimento, gases industriais e soda-cloro. Disponível em:

<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereço=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F093FD3E10835155E03257CEB004E322D#e>

⁹ Locais onde a energia elétrica é consumida

localização, pois a intenção neste momento é de unicamente mostrar como as áreas produtoras de energia elétrica se encontram distantes dos locais onde a energia é consumida, e isto é facilmente perceptível mesmo com a escala do mapa de 1:30.000.000.

Figura 3 - Mapa dos centros de produção X centros de consumo de energia no Brasil
Fonte: Elaboração do autor

Analisando sob a ótica de Santos (2014), esses equipamentos de transporte de energia são sistemas de engenharia formados por um conjunto de fixos, as torres de transmissão, que provocam fluxos, originalmente a transmissão da energia. Entretanto, a materialização desses fixos na paisagem¹⁰ acaba por motivar invasões nas faixas de passagem como resultado da interação das populações urbanas com essas infraestruturas, isto é, um "conjunto de objetos e de relações sociais que realizam sobre esses objetos, não entre eles especificamente, mas para as quais eles servem de intermediários"(SANTOS, 2014, p. 78).

Em ambiente urbano, o resultado da relação dos homens com esses objetos resulta em conflito, isso ocorre tanto pela não aceitação desses equipamentos, com argumento de que são insalubres, como sugere Sollitto (2009) ao relacionar leucemias e proximidades de redes de alta tensão, quanto pela tentativa de ocupação irregular das áreas da Faixa de Passagem, local onde estão instaladas essas infraestruturas.

As linhas de transmissão (LTs) em ambiente urbano no Brasil perpassam por diversos tipos de uso e ocupação do solo, bem como áreas ocupadas por grupos sociais distintos. Sabe-se que a possibilidade de ocupação irregular da Faixa de Passagem difere para cada grupo e que alguns fatores específicos como pressão por habitação, associado à situação de vulnerabilidade social, elevam a propensão da ocorrência dessa infração.

Admite-se então que os locais com maior propensão à ocupação irregular em ambiente urbano, assim como seus diferentes graus de tendência, podem ser capturados por meio de análises estatístico-espaciais associadas ao uso do geoprocessamento.

2.2 O setor elétrico brasileiro

O objeto de estudo deste trabalho, a ocupação irregular das faixas de passagem de linha de transmissão, está diretamente relacionado a um dos segmentos do setor elétrico, a transmissão, o qual merecerá tratamento específico, tanto por ser o segmento do setor que está envolvido na pesquisa, quanto pela sua geograficidade.

¹⁰ "domínio do visível, aquilo que a vista abarca, formada não apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc." (Santos (2014, p. 49).

Esses equipamentos permeiam o território brasileiro em todas as direções e em sua configuração espacial pode-se até mesmo visualizar o contorno do território brasileiro por meio da localização dessas instalações, isto será demonstrado a diante na Figura 7(p.25). Neste mesmo item serão apresentados os outros segmentos que compõem o setor. Assim, para melhor entender a disposição e o funcionamento da indústria da eletricidade no Brasil têm-se a necessidade da construção de um breve histórico do setor. Isto é indispensável para apresentar os conceitos, regras, normas e leis associados às Faixas de Passagem de linha de transmissão.

2.2.1 Estrutura do setor elétrico no Brasil

A estrutura atual do Setor Elétrico Brasileiro resulta de diversas mudanças, adequações e reformas implementadas no decorrer do tempo desde o início de sua implantação. Muitos estudos têm como tema essas diferentes fases do setor. Leite (2014), em estudo extenso e pormenorizado, divide em diversos períodos desde a era da lenha até o presente. A Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE)¹¹, com base em estudo de pesquisadores do setor, identifica cinco períodos distintos a saber: o primeiro, até 1930, com predomínio do carvão vegetal como fonte; o segundo, de 1930 a 1945, em que o destaque foi a promulgação do Código das Águas; o terceiro, tem início no pós-guerra, com destaque para forte presença do Estado até o final dos anos 70; e o quarto compreende os anos 80 e metade dos anos 90, e caracteriza-se pela forte queda nos investimentos e igualdade de tarifas para todo o país; ao final deste, inicia-se o quinto e último período que vai até os dias atuais.

Neste trabalho foi priorizado o quinto período por se tratar do modelo em curso atualmente. Este, baseia-se principalmente no consenso político-econômico do "Estado regulador"¹² e investimentos privados tanto na aquisição de ativos quanto na

¹¹ Organização que congrega 43 empresas do setor elétrico brasileiro

¹² O Estado regulador pode ser caracterizado pela criação de agências reguladoras independentes, pelas privatizações de empresas estatais, por terceirizações de funções administrativas do Estado e pela regulação da economia segundo técnicas administrativas de defesa da concorrência e correção de "falhas de mercado", em substituição a políticas de planejamento industrial, representou uma descentralização do poder do presidente da República e de seus ministros (MATTOS, 2006.)

expansão. Em 2004 são acrescentados novos ajustes ao sistema, com os princípios de segurança energética, modicidade tarifária e universalização do atendimento.

De acordo com o Atlas de energia elétrica no Brasil (ANEEL, 2008, p.18), duas grandes mudanças resultaram em um novo modelo institucional do setor de energia elétrica. A primeira está relacionada com as privatizações das companhias de energia, a instituição da ANEEL e a mudança na forma de exploração dos recursos dos potenciais hidráulicos, que passaram a ser concedidos por meio de concorrência ou leilão, em vez de outorga, em que o maior valor determinava o vencedor. O marco legal se deu com a promulgação da Lei nº 9.427, de dezembro de 1996. A segunda, ocorrida em 2004, teve como metas principais a garantia do suprimento, a promoção da modicidade tarifária, a inserção social, e a universalização do fornecimento. Isto ficou conhecido como Novo Modelo do Setor Elétrico, e sua implantação marca a retomada do Estado como planejador do setor de energia elétrica.

Essas mudanças tiveram como guia modelos internacionais aplicados à época, a cisão da geração e transmissão influenciada pelo modelo inglês, implementada no início do governo Thatcher no Reino Unido. A redução das tarifas e a competição na geração inspiradas na reestruturação do setor elétrico do estado da Califórnia nos Estados Unidos (CAPUTO, 2009).

Todavia, mudanças desse porte não ocorrem tão facilmente, para tanto, acalorados, prolongados e abrangentes debates foram travados no Congresso Nacional para estabelecer a reestruturação do setor. Assim, fez-se necessária tanto a extinção quanto a criação de órgãos, como também novas Leis, Normas e Portarias editadas.

A reforma do setor iniciou-se no ano de 1995 com a edição da Lei nº 8.987/95, que trata do regime de concessão e de permissão. Com base nesta é que são estabelecidas as regras fundamentais para as concessões, concedidas por meio de licitação na modalidade de concorrência (LEITE, 2014, p. 290). Neste mesmo ano a edição da Lei nº 9.074/95 estabelece as normas para outorgas e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos. Estas duas leis solidificaram os fundamentos básicos do novo modelo do setor elétrico, tais como: abertura a participação de capital privado, as alterações importantes nos modelos de licitação de novos

empreendimentos, a criação da figura do Produtor Independente de Energia, e o acesso livre aos sistemas de transmissão e distribuição, entre outros (CAPUTO, 2009).

A instituição da ANEEL, órgão que tem como função “regular o funcionamento do setor elétrico brasileiro e a missão de proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade”,¹³ se deu por meio da edição da Lei nº 9.427/1996.

As mudanças no setor continuaram com novas regulamentações e em 1997 a Lei 9.433/1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e ao mesmo tempo criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Neste mesmo ano, a Portaria nº 349/1997 do Ministério de Minas e Energia (MME) extingue o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) e suas funções são atribuídas à ANEEL, já anteriormente citada.

Em 1998 é editada a Medida Provisória nº 1.531, em seguida convertida na Lei nº 9.648/98. Nessa lei é estipulado o prazo para a instituição do Mercado Atacadista de Energia (MAE) com a função de contabilizar e liquidar os contratos entre os agentes do setor. A mesma lei criou também o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), com a missão de controlar e coordenar a operação dos equipamentos de geração e transmissão que compunham o Sistema Elétrico Nacional (SIN).

A falta de um planejamento da expansão e operação do setor elétrico e agravado pela crise hídrica que culminou com o racionamento de energia no início dos anos 2000 fez com que os problemas relacionados ao setor voltassem ao debate e com isso novas alterações foram incorporadas. As leis nº 10.847/2004 e 10.848/2004 foram editadas com a finalidade de garantir a segurança do suprimento energético, a modicidade tarifária e a universalização do atendimento. Novas mudanças foram adicionadas ao que ficou conhecido como o Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico, que decorreu em novas Leis e completou a configuração atual do Setor Elétrico Brasileiro. A Lei nº 10.448/2004 extingue o MAE e cria a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que além de assumir as funções do MAE, recebe novas atribuições, tais como: administrar, contabilizar e liquidar os contratos de energia, tanto no ambiente regulado

¹³ Caderno Temáticos ANEEL, p. 9.

como no livre. Nesse mesmo período foi criada a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) por meio da Lei no 10.847, com a missão de planejar a expansão do Setor Elétrico Brasileiro.

Esse conjunto de leis estruturou o funcionamento do Setor Elétrico Brasileiro, assim, os novos órgãos têm funções específicas intrassetor. O planejamento da expansão do sistema ficou a cargo da EPE, à ANEEL coube à regulação e fiscalização, ao ONS à operação do sistema, e à CCEE a gestão dos contratos.

O Fluxograma a seguir apresenta a configuração institucional do setor elétrico brasileiro após todas essas mudanças.

Figura 4 – Fluxograma da estrutura do setor elétrico brasileiro
 Fonte: Atlas de Energia Elétrica no Brasil

Todo esse conjunto de leis anteriormente citado, além de definir os órgãos responsáveis pelo funcionamento e fiscalização do setor, como foi demonstrado, também trouxe importantes mudanças na forma como as empresas fariam a exploração comercial da energia. Antes da reforma, uma empresa poderia gerar, transportar e distribuir energia, o que ficou denominado por verticalização do setor. A partir de então foi desenvolvido entre os anos de 1996 e 1998, o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (RE-SEB). Entre as novas diretrizes para o modelo, a verticalização é erradicada; agora, o antes monopólio na exploração da cadeia da energia é dividido em segmentos: **geração**, **transmissão**, **distribuição** e **comercialização** (grifo nosso).

A figura 5 ilustra esses segmentos e a forma como estão dispostos no espaço geográfico.

Figura 5- Ilustração da produção de energia elétrica da geração ao consumo
Fonte: ABRADÉE

Esses quatro segmentos do setor elétrico brasileiro são conceituados pelo glossário do Centro de Documentação da ANEEL (CEDOC/ANEEL) da seguinte forma:

GERAÇÃO é o segmento responsável pela transformação em energia elétrica de qualquer outra forma de energia, não importando sua origem, e injetá-la nos sistemas de transporte (transmissão e distribuição) para que chegue aos consumidores.

DISTRIBUIÇÃO é o segmento que se encarrega de entregar a energia ao consumidor final por meio da sua rede e do recebimento das cargas oriundas da geração e transportadas pela transmissão.

TRANSMISSÃO é o segmento que consiste no transporte de energia elétrica do sistema produtor às subestações distribuidoras, ou na interligação de dois ou mais sistemas geradores. Compreende também o transporte pelas linhas de subtransmissão ou de transmissão secundária que existirem entre as subestações de distribuição. Pode ainda compreender o fornecimento de energia a consumidores em alta tensão, mediante suprimentos diretos das linhas de transmissão e subtransmissão.

COMERCIALIZAÇÃO é o segmento que agrupa as atividades relativas às transações dos diversos tipos de contratação de compra e venda de energia, tanto no mercado de livre negociação como para com o consumidor final.

A transmissão será dada atenção específica por estar relacionado diretamente com esta pesquisa, o subitem a seguir apresenta conceitos e estruturação desse segmento do setor elétrico.

2.3 Linhas de Transmissão (LTs)

O CEDOC/ANEEL (2015) conceitua linhas de transmissão como "linhas elétricas destinadas à transmissão de energia", de forma mais ampla Pires (2005, p. 35) define como um sistema de transferência de energia elétrica que envolve condutores e equipamentos, diferentes distâncias e largura de corredores, formas e níveis de tensão, e faz a interligação entre as usinas e os consumidores (cidades, núcleos urbanos, fazendas etc.), para que a energia elétrica produzida possa ser utilizada.

As LTs podem ser construídas de duas formas, subterrâneas e aéreas. Estas últimas, por apresentarem menor custo de implantação, são as mais comuns e também as mais controversas devido ao impacto visual provocado pela imensa interferência que causam na paisagem, principalmente em virtude do tamanho das torres. Ainda considerando a interferência no território, na visão popular ao mesmo tempo em que proporcionam identidade com o lugar onde estão localizadas, pois servem de referência, também estão associadas ao medo e ao perigo. Por isso, alguns vizinhos da linha se pudessem as moveriam de lugar (MACHADO et al.)¹⁴. Outro argumento é o perigo que o campo

¹⁴ Disponível em:

<http://observatoriogeograficoamericalatina.mx/egal3/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/17.pdf>

magnético gerado pela linha oferece à população residente nas proximidades da mesma. Sob essa ótica, estudos sugerem mais atenção dos governantes quanto à exposição de pessoas ao campo eletromagnético gerado pelas LTs, pois [...] "pode colaborar para o aumento das incidências de cânceres e outros agravos às populações dos grandes centros urbanos [...] (SOLLITO, 2009, p. 90).

Sob o ponto de vista exclusivamente da técnica, as LTs são projetos de longo prazo extremamente caros e que envolvem muitos parâmetros, de forma simplificada serão apresentados a seguir.

O sistema de transmissão está localizado entre o processo da produção e consumo de energia, para que este exista faz-se necessário a geração em uma ponta e consumo na outra na cadeia da indústria elétrica. A primeira construção desses equipamentos foi na cidade de Nova York e data de 1882. Isto foi possível com o surgimento da primeira empresa destinada a gerar e vender energia aos interessados. A linha atendia cerca de 1600m de raio da usina e houve grande aceitação, não obstante as limitações econômicas e técnicas impostas pelo transporte de energia oriundo de maiores distâncias (LABEGALINI et al., 2012).

O transporte de energia por longas distâncias se tornou viável com o emprego da corrente alternada (CA) que se mostrou mais eficiente em relação à corrente contínua (CC). Soma-se a isso o surgimento dos sistemas bifásico e trifásico, que daí em diante foi um processo contínuo de avanços até que em 1965 foi energizada a primeira linha de 735 kV no Canadá (LABEGALINI et al. 2012). Hoje no Brasil, em fase de implantação, a linha que transportará a energia da Usina de Belo Monte para o Sudeste é de 800 kV.

Ainda de acordo com esse mesmo autor, a ampliação do fornecimento de eletricidade aliado à entrada de várias empresas na exploração do comércio de energia exigiu a padronização das tensões. O *International Eletronical Comission* (IEC) foi órgão que realizou o agrupamento dessas tensões.

No Brasil, para sistemas trifásicos, tensões fase-a-fase, de linhas de transmissão são recomendadas tensões de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 2 - Classes de tensão para uso no Brasil

Tensões Nominais (kV)	Tensões Máximas (kV)	Categoria
33 ou 34,5	38	Alta Tensão
62 ou 69	72,5	
132 ou 138	145	
220 ou 230	242	
330 ou 345	362	Tensão Extra Elevada
500	550	
750	800	

Fonte: Elaboração própria a partir de Labegalini et al. (2012)

As linhas de transmissão de energia no Brasil são parte integrante do Sistema Interligado Nacional (SIN). O ONS (2015) define o Sistema Elétrico Brasileiro como sistema hidrotérmico, de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e múltiplos proprietários. A produção, transmissão e distribuição de energia elétrica são exercidas por Agentes (empresas) de todas as regiões do país, sendo que a região Norte tem a menor participação com pequena exploração e comercialização.

De acordo com a ABRADÉE as linhas de transmissão no Brasil são classificadas conforme o nível de tensão de sua operação, mensurado em *Kilovolts* (kV). Para cada faixa de tensão há um código que representa todo um conjunto de linhas de transmissão de mesma classe.

Tabela 3 - Classificação do nível de tensão conforme operação

Classe	Tensão
A1	= > 230 kV
A2	88 e 138 kV
A3	= 69 kV

Fonte: Elaboração própria com base em dados da ABRADÉE

Ainda de acordo com o ONS, integram a Rede Básica do SIN as instalações de transmissão que atendem aos seguintes critérios: linhas de transmissão, barramentos, transformadores de potência e equipamentos de subestação em tensão igual ou superior a 230 kV; transformadores de potência com tensão primária igual ou superior a 230 kV; e tensões secundária e terciária inferiores a 230 kV, bem como suas respectivas conexões.

Em geral as tensões inferiores a 230 kV são partes integrantes das empresas de distribuição de energia, contudo, as transmissoras também podem operar nessas tensões (69, 88, 138 kV). Quando isso ocorre, são chamadas de Demais Instalações da Transmissão, ou simplesmente DITs.

As LTs cruzam o território nacional em todas as direções e de acordo com o PDE da EPE, já mencionado nas considerações iniciais. Em 2016, o Brasil atingiria 120 mil km construídos desses equipamentos.

Quanto à função da operação dentro do sistema elétrico, as linhas podem ser classificadas em Rede Básica e DITs. A Tabela 04 apresenta essa classificação e as tensões em operação de cada classe.

Tabela 4 - Tensões das Linhas de Transmissão do Sistema Elétrico Brasileiro

Tensões Nominais (DITs)		Tensões Máximas (Rede Básica)	
Tensão	69 kV	Tensão	230 kV
	88 kV		345 kV
	138 kV*		440 kV
			500 kV
			600 kV
			750 kV

*A tensão de 138 kV pode ser operada tanto pelas distribuidora quanto pelas transmissoras

Fonte: Elaboração própria com base em dados da ABRADÉE (2015)

A distribuição dessas infraestruturas de rede elétrica pelo Brasil conforme o ONS para o ano de 2015 é apresentado na figura 05. Por necessidade de adequação visual, a escala 1:30.000.000 não permite representar esses fenômenos georreferenciados. Os desenhos da figura 05 não se encontram locados no ponto exato do terreno em relação ao mapa do Brasil ao qual estão plotados. Contudo, a construção das LTs é o mais linear possível, evita-se o máximo à deflexão, uma vez que cada mudança de ângulo encarece o projeto. Para a referida figura, exceto a linha que liga a usina Belo Monte no Pará a subestação de São Simão em Minas Gerais (800 kV) que não apresenta o traçado definitivo, as outras linhas estão com o desenho próximo ao traçado verdadeiro.

As cores representam as tensões das linhas em kV. Quando contínuas as linhas já estão em operação; se tracejado as linhas estão em implantação. Os pontos indicam os centros de carga, que são subestações para execução de transformações, para entrega à distribuição. Os pontos em vermelho indicam centros de carga que atendem as capitais dos estados, enquanto os pontos em cinza tanto podem atender uma única cidade como um grupo de cidades, ou uma região. Os círculos com letras internas representam os grandes complexos produtores de energia hidroelétrica no Brasil, e os seus nomes geralmente estão associados à bacia hidrográfica que foram construídas as usinas.

Figura 6 - Mapa do Sistema Interligado Nacional
Elaboração do autor com base em publicação do ONS

No caso brasileiro é interessante notar a configuração espacial desses sistemas de engenharia elétrica e o que eles revelam sobre a ocupação do território nacional. Com uma leitura preliminar é possível perceber a integração do território por meio da interligação dessas redes.

Pode-se ainda inferir a área onde o contingente populacional está concentrado, revelado pelos centros de carga. Isto indica maior demanda por energia, logo, mais pessoas, comércio e indústria para consumir, o que permite afirmar que a região sudeste, sul e proximidades da costa são as regiões mais ocupadas do país. Os vazios

populacionais também podem ser reconhecidos pela ausência de linhas e centros de cargas. Ainda pode-se afirmar que os grandes complexos geradores de energia estão distantes dos principais centros consumidores.

O formato espacial das fronteiras do Brasil é evidenciado por meio das redes de transmissão de energia. Se for desconsiderada a porção noroeste do país, pouco atendida por esses equipamentos, sobretudo pelo vazio populacional, a linha de costa e o desenho das fronteiras com os países do leste, é possível visualizar a configuração territorial do Brasil. A figura 07 nos permite de maneira esclarecedora visualizar a afirmação. O que evidencia que o setor elétrico brasileiro foi estruturado para utilizar as fontes de geração de energia elétrica que estão espalhadas por todo o país.

Figura 7 – Traçado do Sistema Interligado Nacional
Elaboração do autor com base em publicação do ONS

Os mapas apresentados nos permitem afirmar que as LTs estão espreiadas por todo o país. Para que esses projetos tornem-se tecnicamente viáveis, muitos parâmetros estão envolvidos. “Sob o ponto de vista puramente econômico, a solução mais adequada é aquela em que a soma dos custos, das perdas de energia durante a vida útil da linha, mais o custo do investimento, é mínima” (LABELGALINI, et al. p. 87). A partir disso é que são considerados todos os outros fatores. Dentre estes a faixa de passagem, por ser o elemento central deste trabalho, merecerá atenção especial nos diversos aspectos que as envolve e que serão apresentados no próximo capítulo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o propósito de garantir a validade e fidedignidade da pesquisa, optou-se pela busca de informações provenientes de múltiplas fontes. Os documentos-referência foram coletados sob diferentes condições, sendo oriundos basicamente de três fontes: trabalhos acadêmicos (Teses, Dissertações e Artigos), documentos oficiais (Relatórios, Normas, Portarias, Leis, Decretos e etc.) e empresas do setor.

3.1 Definindo a Faixa de Passagem

Existem diversas maneiras de conceituar as faixas de passagem. A EPTE (Empresa de Planejamento em Transmissão de Energia) apresenta em seu *site*¹⁵ um conceito que evidencia a complexidade envolvendo o tema. As faixas de passagem das linhas de transmissão são caracterizadas como locais com restrições e limitações no tocante à implementação de uso e ocupação que configurem violação dos padrões de segurança estabelecidos nas normas técnicas e procedimentos das concessionárias de energia.

O uso compartilhado desses locais depende de análises técnicas e de segurança, não sendo vedados, unicamente, para os usos que não exponham pessoas a condições de risco, nem venham a representar obstáculos ou limitações à plena operação da instalação.

Em algumas condições, como no caso das faixas instaladas em áreas rurais, a convivência com a linha de transmissão é assegurada, embora o proprietário ou usuário da terra deva observar restrições quanto a determinadas atividades, tais como plantio de vegetação de porte arbóreo, implantação de edificações e realização de queimadas, no caso de cultura de cana.

3.1.1 Conceitos associados à Faixa de Passagem

Verifica-se nos trabalhos analisados para esta dissertação divergências quanto à nomenclatura utilizada para a faixa a qual está instalada a linha de transmissão. Em

¹⁵ www.epite.com.br

muitos casos são chamadas apenas faixas de servidão, outros faixa de segurança. Uma faixa de passagem pode ser de domínio ou de servidão, por exemplo, o que difere é o instrumento jurídico de cada uma. Para maior esclarecimento, a seguir será especificado cada um desses conceitos.

De acordo com o glossário de terminologia do setor elétrico da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP)¹⁶:

Faixa de Passagem

é a faixa instituída para fins de declaração de utilidade pública, podendo ser de domínio, servidão ou posse. Deve ser numericamente igual a faixa de segurança considerando-se para o cálculo da flecha do condutor o vão representativo para o trecho da linha de transmissão. Excepcionalmente, devido às peculiaridades topográficas ou a existência de obstáculos, pode acontecer da faixa de segurança ser maior do que a faixa de passagem (por exemplo: nas travessias de vales ou de grandes rios); porém estes casos normalmente não apresentam problemas de segurança devido a grande altura dos cabos condutores, sendo no entanto devidamente avaliados quando da elaboração do projeto sobre a conveniência ou não de se alterar a largura da faixa de passagem. (CTEEP)

Faixa de Domínio

"É a faixa de passagem que sofreu processo desapropriatório e cuja propriedade é da Empresa".

Faixa de Servidão

"A faixa de passagem legalmente constituída em favor da Empresa (conforme Decreto Nº 35.851 de 16.07.54 - art. 2º), a qual se impõe restrições ao uso e gozo, permanecendo porém o terreno, sob o domínio do proprietário."

¹⁶ Disponível em <http://www.portaldaconstrucao.com.br/ctEEP/ctEEP3x.html>.

Faixa de Segurança

Os conceitos descritos anteriormente estão todos associados à faixa de segurança. Enquanto os outros podem ser considerados como sendo de ordem jurídica, a faixa de segurança é definida a partir de critérios puramente técnicos. Em termos gerais, pode-se conceituar como “afastamento mínimo do condutor e seus acessórios energizados a quaisquer partes, energizadas ou não, da própria linha, e ao solo ou obstáculos próximos a LT. Necessário para garantir o desempenho de LT e a segurança de terceiros (LIMA, 2012, p. 56)”.

O item 12 da Norma Técnica 5422 (ABNT) define a largura da faixa de segurança da seguinte forma:

A largura da faixa de segurança de uma linha de transmissão de energia elétrica deve ser determinada levando-se em conta o balanço dos cabos devido à ação do vento, efeitos elétricos e posicionamento das fundações de suportes e estais.

No caso de uma única linha, a largura mínima da faixa é dada pela expressão:

$$L = 2 (b + d + D)$$

Onde:

L = a largura da faixa de segurança devido ao balanço dos cabos condutores

b = distância horizontal do eixo de suporte ao ponto de fixação do condutor mais afastado deste eixo, em metros.

d = soma das projeções horizontais da flecha do condutor em comprimento de cadeias de isoladores, em metros, após seu deslocamento angular β devido à ação do vento.

D = $D_{II}/150$, em metros, no mínimo igual a 0,5 m.

β = ângulo de balanço da cadeia e do condutor.

A Figura 8 apresenta uma ilustração das diferentes distâncias envolvidas nos cálculos para se determinar o balanço dos cabos condutores, devido à ação do vento, para um caso de uma linha de transmissão.

Figura 8 - Estrutura com indicação das medidas que envolvem a faixa de passagem
Fonte: Elaboração do autor

O modelo teórico apresentado define como deve ser feito o cálculo da largura da faixa de passagem considerando uma única linha. Contudo, outros condicionantes necessitam ser acatados no projeto. Os diversos níveis de tensão, adotados no Brasil, são importantes elementos na determinação da largura da faixa. A Tabela a seguir apresenta de forma simplificada as larguras das faixas para cada tensão usualmente adotados, embora possa haver diversas dimensões para uma mesma tensão.

Tabela 5 - Largura padrão para diversas tensões

Tensão nominal entre fases (kV)	Largura (m) (Vide observação*)
69	20
88	30
138	30
230	*
345	*
440 – Circuito Simples – Cadeias de isoladores em “VVV”	40
440 – Circuito Simples – Cadeias de isoladores em “IVI”	50
440 – Circuito Duplo Vertical	50
440 – Circuito Duplo Triangular	60
500 – Circuito Simples	50

*Grande variedade de largura de acordo com o projeto

Fonte: <http://www.portaldaconstrucao.com.br/ctep/ctep4x.html>

Outro componente importante no cálculo das faixas são as torres de sustentação dos cabos condutores, estas podem ser de diferentes materiais, como por exemplo, de madeira, de concreto e de aço. Podem apresentar diferentes formas ou tipos, dos quais são mais comuns as estaiadas e as autoportante. Todos esses aspectos são ponderados nos projetos e influenciam diretamente na definição da largura da faixa de passagem.

A Figura 09 exemplifica alguns dos modelos existentes.

Figura 9 – Exemplos de tipos de torres para linhas de transmissão

Fonte: Elaboração do autor

3.2 Restrições e ocupação irregular da Faixa de Segurança

A Faixa de Segurança, como território com potencial de geração de riscos à população, têm várias restrições quanto à sua utilização devido a sua destinação de proteger o sistema elétrico, conforme regulamenta a NBR 5422, especialmente nos itens que trata das Distâncias de Segurança (10), das Travessias (11) e da Limpeza da Faixa (13).

Dispõe a norma ainda sobre o cuidado em evitar árvores próximas às estruturas, evitando assim o contato com os cabos energizados. A manutenção da vegetação rasteira para recobrimento do solo é importante tendo em vista evitar erosões e acidentes que venham comprometer a transmissão de energia e danos à população.

Neste sentido, Lavandoscki (2010) alerta para os cuidados necessários com as distâncias da Faixa de Segurança, com o objetivo de evitar risco de queda de cabos e consequente energização do solo, efeitos biológicos dos campos eletromagnéticos, bem como o comprometimento e até desligamento do sistema elétrico.

O documento-referência que detalha as restrições de uso da Faixa de Segurança data de 1997 resultou da parceria entre a ANEEL e as concessionárias de energia, nomeado de Sistema de Gestão Sócio-Patrimonial. Neste documento o tema das restrições das faixas de segurança é tratado e seu principal objetivo é suprir a lacuna de um instrumento formal que possibilitasse a gestão do sistema.

O documento chama atenção para a constante preocupação que as concessionárias do setor elétrico têm com as invasões da faixa de segurança, em função dos problemas que essas ocorrências têm causado à manutenção, operação e preservação do patrimônio, além dos aspectos concernentes à segurança de pessoas invasoras dessas áreas.

No tocante à preocupação das empresas com as invasões das faixas, os projetos adotados na prevenção e na fiscalização para identificar possíveis invasões e outros assuntos referentes ao tema serão tratados mais a frente, em item específico para o assunto.

As ocupações irregulares de linhas de passagens não têm despertado muito interesse no meio acadêmico da Geografia, a produção de trabalhos destinados à investigação do assunto não é muito vasta. A concentração dos trabalhos dedicados ao tema está, sobretudo, nas Engenharias, na Economia e até na Medicina.

As pesquisas feitas na Geografia, em geral, trataram do tema do planejamento e políticas do setor elétrico como um todo, de estudos de casos de empreendimentos hidroelétricos, problemas ambientais e de grupos ou populações atingidos pela construção de barragens.

Os trabalhos publicados em importantes periódicos e produzidos em importantes centros de pesquisas não diferem muito dos realizados no Brasil. Procedimento de busca semelhante por meio do *Scopus*, *Web of Science* e *Jstor*, com as palavras-chave, *electric transmission line*, *right-of-way*, *transmission line corridor* e *illegal occupation*, retornam diferentes trabalhos associados a temas transversais com as linhas de transmissão, tais como: a depreciação das propriedades do entorno desses empreendimentos é o centro das discussões teóricas dos geógrafos Elliot e Wadley (2002), bem como Furby et al. (1998) e Hamilton e Schwann (1995); a percepção das populações residentes nos arredores das linhas foi estudada por Soini et al. (2011) e Priestley e Evans (1996), em geral o resultado é uma visão negativa desses equipamentos por parte da vizinhança especialmente no tocante à saúde e a segurança, o valor da propriedade e o impacto estético; outro tema estudado é a oposição a implantação de novas linhas em áreas urbanas. Sob esse ponto de vista, Elliot et al. (2015) desenvolvem modelo de predição dos fatores determinantes por parte dos cidadãos. Neste estudo os autores apontam fatores redutores do impacto negativo das linhas. Cain e Nelson (2013) fazem uma revisão dos estudos de planejamento, psicologia social e ciência política, nos quais os cidadãos persistentemente opõem-se às infraestruturas de transmissão.

Em resposta à resistência das populações aos projetos de linhas de transmissão aérea, sobretudo para mitigar o impacto visual dessas instalações na paisagem, seja rural ou urbana, o escritório de arquitetura *Cho+Shine Architects*¹⁷ foi agraciado em dois concursos, em 2008, com o “Prêmio de Reconhecimento” oferecido na *Icelandic High-*

¹⁷Disponível em <http://www.choishine.com/Projects/giants.html>. Acesso em 20 de fevereiro de 2016.

Voltage Electrical Pylon International Design Competition, e em 2010 recebeu o *Design Award Unbuilt* concedido pela *Boston Society of Architects*, com o projeto *The Land of Giants*. Este consiste em realizar pequenas mudanças na estrutura da torre. Por intermédio de grandes peças de aço que possibilita a montagem de troncos, coxas, antebraços e braços, podem ser dispostos em posições distintas, sentadas, correndo, agachados etc., harmônicas com a paisagem ao qual serão instaladas. De acordo com os autores, há possibilidade desses gigantes se tornarem figuras icônicas tal como os Moás da Ilha de Páscoa. O mosaico da figura 10 ilustra o projeto como se estivesse implantado, é possível confirmar que haveria uma melhoria do padrão estético das LTs.

Figura 10 - Ilustração do Projeto *The Land of Giants*
Fonte: <http://www.choishine.com/Projects/giants.html>

Na mesma linha o pensamento de Fernandes (2010, p. 4) destaca que cada vez mais as empresas do setor buscam atender às demandas da sociedade. Para isso as empresas têm passado por grandes transformações e incorporado as variáveis ambientais nas diversas etapas que compõem a implantação das LTs, desde a concepção, a escolha das

rotas, a construção e durante a operação. Tais variáveis estão presentes em todas as fases do processo, incluindo a redução da perturbação visual dessas instalações elétricas. O autor cita como exemplo o desenvolvimento de torres mais adequadas à integração com cada ambiente na Inglaterra. A figura 11 apresenta os diversos modelos pensados e suas instalações como experiências indicativas da absorção e adaptação das torres nos diversos ambientes.

Figura 11 - Modelos de torres adequadas ao ambiente
Fonte: Fernandes (2010)

A preocupação com a construção de infraestrutura de baixo impacto visual para atender as demandas da sociedade não é exclusividade das empresas do setor elétrico. Outros segmentos da economia que também atuam na construção, operação e manutenção de infraestruturas seguem a mesma lógica buscando soluções para instalar seus equipamentos de maneira que tenham menos resistência por parte da população em geral e especificamente das populações diretamente atingidas.

O fotógrafo *Robert Voit* por sete anos viajou pelo mundo para registrar equipamentos de infraestruturas que fornecem serviços para a população e ao mesmo tempo estejam integrados com a paisagem. Esse baixo impacto visual permite que as populações tenham um desfrute cênico menos agressivo onde são instalados esses equipamentos.

Esse tipo de preocupação é recorrente em vários países. Exemplo de caso de sucesso nessa tarefa são as Estações Rádio Base (ERBs), também conhecidas como torres de celulares, ao qual é possível camuflá-las em quase todos os tipos de ambiente. O mosaico a seguir apresenta alguns exemplos desenvolvidos e já implantados. Vale destacar o imenso *cactus* em construção no deserto do Arizona.

Figura 12 – Infraestrutura de ERBs integradas a paisagem
Fonte: www.planetacurioso.com

Trabalhos cujo alvo tenham sido, especificamente, a ocupação da faixa de passagem são praticamente ausentes nas bases digitais pesquisadas. Pode-se afirmar que o conjunto de pesquisas realizadas tratando somente o assunto é bem pequeno. Uma das possibilidades levantadas é a baixa ocorrência ou até mesmo a inexistência do problema em outros países.

O próximo item será dedicado à produção encontrada sobre o assunto. Vale ressaltar a predominância dos estudos nas escolas de engenharia, mesmo quando efetuados por geógrafos, exemplo disso são os trabalhos de Cucco que fazem parte da referida relação.

Ainda que a preponderância da produção acadêmica a respeito do assunto não tenha sido na Geografia, a associação dos vários grupos sociais ao uso do solo, mais a locação do empreendimento, encontra na Geografia, por meio de análise espacial, um instrumento importante para gestão e controle das áreas ocupadas pelas linhas de transmissão. Soma-se a isso o fato de a análise geográfica ser imprescindível para o bom planejamento das linhas de energia, haja vista as muitas variáveis geográficas que necessitam ser consideradas nesses projetos, tais como, intempéries, ação dos ventos, fenômenos antrópicos etc.

3.2.1 Os estudos realizados

Uma série de metodologias e pesquisas tem sido desenvolvida para estudar o fenômeno da ocupação irregular da Faixa de Passagem para todas as infraestruturas de obras lineares, sejam elas faixas de passagem de energia elétrica, de gasodutos, de oleodutos, entre outros. Não obstante, a quantidade de estudos dedicados ao assunto não seja vasta a temática desperta o interesse de diferentes profissionais, entre os quais, geógrafos, engenheiros, médicos.

Para fins de auxílio ou até mesmo de comparação com este estudo, buscou-se na literatura científica produzida a respeito do tema uma leitura mais apurada para melhor entender a forma com que os trabalhos foram desenvolvidos, bem como a técnica e o método para a sua realização.

Cucco e Oliveira (2011) desenvolveram um modelo preditivo de ocupação irregular em faixa de servidão baseado em quatro variáveis: legislação urbana de ocupação do solo, infraestrutura, aspectos geomorfológicos e localização das torres. O modelo consiste em mapear as invasões a partir das variáveis do uso do solo, proximidade das vias, declividade do terreno, distanciamento das torres. Completa a análise a aplicação da técnica de atribuição de pesos conforme a importância (ARAÚJO; KUX, 2005). Por fim, o resultado encontrado é plotado dentro da faixa de passagem, indicando a tendência como alta, média-alta, média, média-baixa e baixa.

Cucco (2011) baseou-se em lógica difusa e fez uso do geoprocessamento para sintetizar as seguintes variáveis: uso e ocupação do solo, declividade do terreno, proximidade de

vias de acesso e distanciamento das torres, além de indicar as áreas propensas à invasão da faixa de passagem da linha com origem na termelétrica Jorge Lacerda até a subestação de Palhoça, SC.

Cucco et al. (2009) realizaram estudo em que avaliam o potencial de risco à invasões das faixas, com técnicas de mapeamento de variáveis (declividade, distância das torres, uso solo, sistema viário) associados a técnicas de sensoriamento remoto, em que os dados vetoriais foram transformados em uma matriz *raster*, divididos em 5 classes conforme a propensão e aplicada a técnica de *raster calculator*¹⁸ que permitiu a hierarquização e percentagem da propensão à invasão.

Jardini et al. (2004) compararam técnicas diferentes de sensoriamento remoto, ortofotografias, imagens do *QuickBird*, imagens de perfilamento laser, juntamente com o banco de dados referente às invasões registradas pela CTEEP e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), com o objetivo de verificar qual tecnologia oferece melhor acurácia para auxílio na detecção e controle das invasões das faixas.

Lima (2012) inventariou as seguintes técnicas de análise de risco: Análise por Listas de Verificações - (*Checklist Analysis*), Análise Preliminar de Riscos – APR (*Preliminary Risk Analysis*), Matriz de Riscos, Análise de Perigos e Operacionalidade - HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*), Análise por Modos e Efeitos - FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), PDCA – (*Plan, Do, Check, Act*), Análise por Árvore de Falhas FTA - (*Fault Tree Analysis*), definiu como mais adequada para análise de risco da Vila Alta Tensão, a APR, e finaliza indicando a necessidade de desocupação imediata das áreas ocupadas. Ainda desenvolveu um índice qualitativo classificado de acordo com as técnicas preventivas a serem adotadas na fiscalização, em que alto risco necessita inspeção semanal, médio risco requer inspeção quinzenal e baixo risco mensal.

Silva et al. (2011) adotaram como variáveis adequadas para análise de ocupação irregular na faixa de passagem a declividade do terreno, a distância das torres, a área construída/edificada, o solo exposto, as estradas/rodovias, a vegetação,

¹⁸ Técnica que permite sobreposição de informação contida no *pixel* das variáveis selecionadas, seguidas de operações matemáticas.

cultivo/pastagens, a área coberta por água e Sombras/Nuvens. Estas variáveis serviram como base para o método proposto e tiveram origem na imagem do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), por meio do processo de Segmentação/Classificação e modelo para identificação de áreas aptas à ocupação.

Wosny et. al.¹⁹ por meio de imagem de alta resolução do *QuickBird*, valeram-se das técnicas de classificação supervisionada e não supervisionada, somadas aos sistemas de informação, para detectar as grandes invasões em áreas ocupadas irregularmente no interior da faixa de passagem.

Retomando o afirmado na justificativa, as empresas que operam o segmento da transmissão de energia elétrica mantêm departamentos com fins de inspeção e até mesmo antecipação às ocorrências de ocupações irregulares nas faixas de passagem, e promovem um encontro com fins de difundir e partilhar as ações em curso. Esse evento, Encontro Nacional sobre Invasões de Faixas nas Linhas de Transmissão (ENIF LT), como não registra anais, pois não tem caráter científico, só é possível acesso aos trabalhos por meio dos *slides* das apresentações dos trabalhos. Entretanto, é importante destacá-los porque nos oferece a visão das empresas frente à questão, assim como as ações recorridas para antecipação, mitigação e resolução do problema.

Nas faixas de passagem da CTEEP (Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista), uma das maiores transmissoras de energia do Brasil, não é admitida nenhuma benfeitoria ou vegetação, exceto quando houver interesse público, social ou da Empresa, como abertura de vias públicas ou implantação de obras de urbanização de favelas. (LAVANDOSCKI, 2010). Para este autor, os riscos envolvidos na ocupação dessas áreas não inibem a ocorrência dessas infrações. Ele apresenta os números registrados na empresa no ano de 2010, dentre os quais 160 se encontravam com ações ajuizadas para reintegração de posse. Aponta a dificuldade na resolução, pois entre os casos protocolados com implicação de algum tipo de risco, apenas 36% foram resolvidos, restando ainda 64% em pendência. A Tabela a seguir exhibe a quantidade de invasões e riscos envolvidos.

¹⁹ Artigo produzido pelo Laboratório da UFSC sem publicação em revistas. Disponível em: www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Guilherme/tcc_guilherme.pdf

Tabela 6 - Ocorrências de invasões em Faixas de Passagem de CTEEP - 2010

Tipos de Riscos	Número de Casos
Riscos ou danos à vida das pessoas	618
Riscos de desligamento do sistema elétrico	71
Riscos não especificados	312
Total	1001

Fonte: Lavandoscki (2010)
Adaptado pelo autor

Pela apresentação, o autor não informa a predominância dos acontecimentos, a classe social, nem se os fatos são em área urbana ou rural. O mosaico a seguir apresenta exemplo de invasões em linhas de transmissão da CTEEP.

Figura 13 - Invasões em faixa de passagem da CTEEP
Fonte: Levandoscki (2010)

Ainda de acordo com Lavandoscki (2010), a empresa mantém programas de gestão das faixas que têm como alvo evitar a ocorrência de invasões e retirar os invasores quando já instalados. Além das inspeções de rotina destacam-se outros programas como a horta comunitária, a blindagem verde, as campanhas com estudantes e as ações contra os invasores.

Para o representante da *Light*, concessionária de energia que opera no Estado do Rio de Janeiro, “o aumento da população nos grandes centros urbanos, o acentuado déficit habitacional, associado à ocupação desordenada contribuem para que as faixas das linhas de transmissão sofram invasões e interferências constantes”. De acordo com o mesmo, a empresa tem programas similares aos já citados, como o plantio de hortaliças (figura 14), parcerias com prefeituras etc. Alerta para a necessidade da flexibilização do uso desses espaços, pois isso reduziria o custo das empresas, as únicas responsáveis pela administração e fiscalização e punidas na ocorrência de danos. Assim como no exemplo da CTEEP, não se tem números indicativos de que classe social ou renda incorrem com maior frequência na infração.

Figura 14 – Invasões em faixas de passagem da Light
Fonte: ENIF

A empresa também mantém programas de prevenção, como o programa de horticultura (figura 15) em que do partícipe é exigido uma série de requisitos.

Figura 15 – Programa de cultivo de hortaliças em faixas de passagem da *Light* (Vigário Geral)
Fonte: ENIF

Para Smanio (2010), o uso e a ocupação irregular da faixa de passagem estão entre os principais eventos adversos na área de concessão de Furnas Centrais Elétricas. Entre as consequências do uso indevido figuram danos à saúde, choques, interferências em sistemas de comunicação, religamento automático, queda de torres e desabastecimento da população.

A empresa atua em duas frentes para gerir o problema, o primeiro campo de atuação é chamado de Super Estrutura. Neste a empresa participa em estudos técnicos com fins de transformação em projetos de lei, grupos de trabalho para renovação da NBR 5422, e mantém uma política própria de gestão sociopatrimonial. A frente denominada Infraestrutura tem vários programas que funcionam paralelamente; a atuação junto com a defesa civil em alguns municípios; retirada de invasores em parceria com prefeituras (figura 16); demarcação da faixa com indicadores (figura 17); e ainda mantém programas de notificação/negociação/retirada de ocupantes ilegais e ações jurídicas.

Figura 16 – Indicadores de faixa de servidão em Guarulhos de Furnas Centrais Elétricas
 Fonte: Smanio (2010)

Figura 17 – Retirada de ocupante ilegais em faixa de servidão em Guarulhos
 Fonte: Smanio (2010)

O autor distingue as dificuldades encontradas na gestão das faixas de passagem em dois grupos apresentados na Tabela a seguir.

Tabela 7 – Obstáculos para gestão de faixas de passagem

Aspectos Institucionais e Jurídicos	Aspectos Operacionais
Falta Aplicação Estatuto das Cidades (Lei 10.257, de 10.07.2001)	Extensão Territorial – LTs no DF e mais 8 estados da Federação (PR/SP/RJ/ES/MG/GO/MT/TO) = 459 municípios
Plano Diretor para Uso e Ocupação do Solo Urbano	Fiscalização sistemática ainda em processo de implantação
Inexistência ou falta de estruturação da Defesa Civil Municipal	Falta de conscientização e conhecimento das populações dos riscos envolvidos
Prática de ocupação de áreas de risco por interesses políticos	Dificuldade de articulação com os Poderes Públicos Federal, Estadual e Municipal
Concessionário não tem poder de polícia	Necessidade de retirar ou impedir as invasões sem prejudicar o trabalho/acesso das equipes de LTs
Morosidade das decisões judiciais	Locais conflagrados
Servidão Administrativa – proprietário em geral não defende sua posse da terra	

Fonte: Smanio (2010)

Elaborado pelo autor

A Eletrosul, integrante da Eletrobras no sul do país, até 2008 administrava problemas ligados às faixas de passagens por intermédio de diversos departamentos com funções específicas, tais como: inspeção, pré-análise, levantamento topográfico e análise e providências judiciais para o caso de indenizações ou remoção dos invasores. A partir de então concentrou as atividades de gerenciamento e manutenção das linhas e faixas em apenas duas áreas, a Divisão de Engenharia de Manutenção de Linhas e o Setor de Engenharia Manutenção de Faixa de Servidão e Geoprocessamento. As inspeções passaram a ser feitas com o auxílio de *palm-top* e a partir deste realiza-se uma ordem de serviço e envia-se eletronicamente para o Departamento da Empresa encarregado da análise. Após a inspeção *in loco*, se o problema for resolvido, há exclusão no sistema; em caso negativo, é enviado para providências judiciais. (MÁXIMO, 2010).

Em geral, a empresa analisa 17 diferentes tipos de invasões, tanto em ambiente urbano, quanto rural. Outro item considerado é a área da faixa onde ocorreu a infração, nomeada de área A, ao redor da torre; B, faixa ao longo da linha com 4 vezes superior a metade da largura da torre; C, faixa lateral a faixa B e com exclusão de A. A construção do banco de dados que concentra todas essas informações permitiu mapear áreas potencialmente geradoras de invasões e isso viabilizou um importante componente geográfico, a regionalização das ocorrências. O número de casos registrados em cada uma das regiões está na figura 18. (MÁXIMO, 2010)

Vale destacar que, nas outras empresas analisadas, não eram perceptíveis as informações sobre quais classes sociais (distinção entre ricos e pobres) incidem na infração e quais ambientes, se rurais ou urbanos, ocorrem às invasões. Já no caso da Eletrosul, tais fenômenos são destacados como as figuras a seguir demonstram.

Figura 18 – Regiões de administração de faixas de passagem da Eletrosul
Fonte: Máximo (2010)

A identificação da violação da área de uso restrito das linhas não necessariamente significa resolução imediata do problema. No período 2009/2010 a Eletrosul contabilizava 179 casos de rompimento da regra e apenas pouco mais da metade com solução satisfatória, como mostra a figura 19. (MÁXIMO, 2010)

Figura 19 – Número de invasões em faixa de passagem da Eletrosul 2009/201
 Fonte: Máximo (2010)

As ações preventivas às ocupações são bem semelhantes às aquelas já apresentadas por outras empresas, como hortas, placas de sinalização e inspeções. A tipologia dos eventos, no entanto, parece diferir do exposto até momento. Máximo (2010) exhibe imagens de diversas classes de uso e ocupação do solo, por exemplo, conjuntos habitacionais, ruas, fábricas, e até ponto de ônibus (MÁXIMO, 2010). A figura 20 apresenta um mosaico indicativo desses eventos.

Figura 20 – Invasões e Ações preventivas na área de concessão da Eletrosul
 Fonte: Máximo (2010)

Ainda merece destaque a ilustração (figura 21), do mesmo autor, de ocupação irregular em área com alto padrão de construção, em bairro de provável alto poder aquisitivo, inferido pela tipologia das construções e presença de equipamentos de lazer nas residências, como piscina. O mosaico (figura 21) proporciona visualizar a invasão a partir de um ângulo ortogonal, onde se pode localizar a torre que sustenta a linha. Também se pode visualizar o bairro a partir do nível do solo para melhor observar a urbanização. Mesmo com afirmação de alguns autores de que todas as classes sociais incorrem no problema (Jardini et al., 2004), esta foi a primeira comprovação do evento durante a pesquisa. Em geral ocorre o oposto, as classes mais favorecidas reivindicam a retirada desses equipamentos quando estão próximos às suas residências ou resistem às suas instalações, como já demonstrado.

Figura 21 – Ocupação irregular em área de alto padrão

Fonte: Imagem vertical: Google Earth e imagem horizontal: Google Street View, localizado a partir da indicação de Máximo (2010) e adaptação do autor

A CPFL (Companhia Paulista Força e Luz), *holding* que agrega transmissora e distribuidoras no Estado de São Paulo, lida com a questão com procedimentos aplicados que não diferem muito das outras companhias. Existem áreas em que são permitidos alguns tipos de uso controlado, a empresa incentiva projetos preventivos, desde que não tenham aglomeração ou movimentação contínua de pessoas. Além disso,

realiza inspeções, relatórios, processos judiciais e retirada de invasores. (CAVALCANTE; QUEIROZ, 2010)

Ainda interpretando os mesmos autores, no que se refere ao rompimento da norma, observa-se um padrão similar aos já citados. O gerenciamento das ocorrências é empregado por meio de planilha eletrônica que registra todos os estágios do processo. As feições das ocupações irregulares registradas também equivalem as que ocorrem nas áreas sob concessão das outras companhias. A figura 22 traz exemplos da presença de invasões na área de concessão da empresa.

Figura 22 – Invasões na área de concessão da CPFL
Fonte: Cavalcante;Queiroz, (2010)

Muitas outras companhias que formam o sistema elétrico no Brasil têm seus próprios métodos de gerir, prevenir e controlar as ocupações irregulares, tais como COPEL (Companhia do Paraná), CEMIG (Companhia de Minas Gerais), entre outras.

Além dos trabalhos anteriormente citados, os quais tratam diretamente a questão da invasão das faixas de passagem, outros que não se dedicam exatamente ao assunto, mas que de alguma maneira fizeram uso de geotecnologia e estão ligados aos problemas relacionados foram inventariados e listados na sequência.

Claro et al. (2006) estudaram um sistema de instalação de câmeras em áreas específicas com tendência de ocupação irregular, com envio de imagens em tempo real para uma central de monitoramento, auxiliada por um *software* que permite identificar movimentações com possibilidade de invasão.

Lima (2009) fez uso da tecnologia do sensoriamento remoto valendo-se de diversos filtros para propor o traçado de uma linha de transmissão, obedecendo a critérios ambientais.

Borges et al.²⁰ avaliaram diferentes imagens orbitais com a possibilidade de realizar um mapeamento com indicadores antrópicos, de infraestrutura, de fogo, de cobertura vegetal etc. em área ocupada por faixa de servidão de uma linha de transmissão.

Marques et al. (2013) fizeram uso de imagens do *GeoEye* em duas datas distintas com fins de detecção da mudança do uso do solo na faixa de servidão de Duto da cidade do Rio de Janeiro a Belo Horizonte. Por meio da segmentação multitemporal foram identificados diferentes níveis de detalhe e em seguida realizou nova análise da imagem resultante por meio da subtração da banda do vermelho e três possibilidades de ocorrências de mudança do uso do solo da área estudada foram encontradas no período.

Muitos outros trabalhos foram encontrados, porém, para esta pesquisa não se revelaram adequados, pois tinham como foco parâmetros elétricos.

3.3 O porquê da análise com o Geoprocessamento

O alvo neste item não é fazer um histórico do geoprocessamento e sim explicitar por quais motivos foi escolhido para realização da análise. Para tanto, é essencial entender o funcionamento e os conceitos associados ao geoprocessamento, e isso necessariamente remonta à gênese do sistema.

O avanço da tecnologia da informação, em suas diversas facetas, popularizou o termo geoprocessamento para a grande maioria da população, antes restrito a profissionais e pesquisadores do setor. Atualmente, mesmo os que não possuem nenhum

²⁰ Artigo apresentado a ANEEL sem publicação em revista

conhecimento das possibilidades de uso desse instrumental, fazem uso de algum serviço oferecido pelos diversos sistemas disponíveis para telefones celulares, *tablets* e microcomputadores.

Contudo, o processamento de dados geolocalizados com vista à busca de repostas para uma determinada questão é bem anterior aos sistemas computacionais dos nossos dias. Um exemplo desse uso, remonta ao ano de 1854, quando a região central da cidade Londres foi acometida por um surto do cólera. O médico John Snow, que já havia tido contato com o problema nos anos 30 do mesmo século, foi convidado a participar da investigação sobre sua origem. Uma parte importante do trabalho do Dr. Snow foi a construção de um mapa de pontos da área. Neste registrou-se as ocorrências de mortes como meio para busca de uma resposta adequada ao problema. Ele levantou a hipótese de que a transmissão do cólera se dava pela água contaminada. Novas versões do mapa foram feitas, inclusive com uso dos polígonos de *voronoi*. As análises espaciais por meio dos mapas foram fundamentais para confirmação da hipótese (BRODY et al., 2000).

Como visto, geoprocessar dados não depende necessariamente de um sistema computacional, porém, foi com o advento dos computadores e seus sistemas associados que surgiu a possibilidade da disseminação do geoprocessamento para diversas áreas do conhecimento, em especial na Geografia.

A disponibilidade dessas novas tecnologias trouxe um enriquecimento para as ciências aplicadas aos estudos espaciais, os avanços e benefícios não ficaram restritos aos campos científicos, mas também para a sociedade como um todo. Para a ciência Geográfica em particular, mesmo que muitos campos não tenham apossado adequadamente desse poderoso instrumental, ou mesmo que apresente resistência, este conjunto de recursos trouxe novas possibilidades de aplicações até difícil de enumerar.

O Geoprocessamento é definido por Xavier da Silva (2001) como uma tecnologia que agrupa um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigidas em torno de um instrumental possibilitado pela engenhosidade humana. Os SIGs se tornaram populares e hoje dispõe de uma grande variedade para uso dos mais diversos públicos, podendo ser livres, não pagos, ou licenciados. Essa popularização veio acompanhada do

aumento do número de usuários, sobretudo de estudiosos dedicados ao assunto. Com isso, surgiram muitas definições e conceitos para o geoprocessamento. Encontrar uma forma evidente e precisa de conceituá-lo é uma tarefa nada fácil. Ferreira (2006, p.120) adverte para a tarefa complexa de se ter uma definição para os sistemas de informação geográfica.

A definição de Rodrigues (1997), pela sua abrangência, mostra-se adequada ao propósito deste trabalho, pois para ele os SIGs são "sistemas que visam à coleta, armazenamento, manipulação, análise e representação da informação sobre entes de expressão espacial" [grifo nosso].

Câmara; Monteiro (2001, p.1) ao tratar do assunto afirma: o sociólogo gostaria de quantificar o fenômeno da exclusão social numa metrópole, o ecólogo deseja compreender os remanescentes florestais através de uma análise SIG, o geólogo pode usar essa tecnologia para prospectar e determinar a distribuição mineral em determinada área. Longley et al. (2013, p.4) relata que "tudo que acontece, acontece em algum lugar. Saber o local onde algo acontece pode ser fundamental".

Para Câmara e Davis (2001), sempre que houver questões e problemas que necessitem de resolução por meio de um sistema informatizado em que parte-se do onde, considerar a adoção de um SIG na busca da resposta é uma boa escolha. Ainda para os mesmos autores, "se o onde é importante para seu negócio, então o Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho" [grifo nosso].

O resultado do interesse de muitos profissionais (CÂMARA;MONTEIRO, 2001), associado à possibilidade de saber "onde" acontece (LONGLEY et al. 2013), é que tornam os SIGs, a cada dia, mais populares e, em consequência disso, mais e mais pessoas se tornam usuárias desse instrumental, tanto para o lazer quanto para o trabalho. Pode-se afirmar que poucas ou muito poucas pessoas não tenham tido contato ou mesmo usado algum desses sistemas na atualidade. Eles estão presentes nos sistemas de navegação alocado nos carros, tanto na forma de GPS (*Global Position System*) quanto de aplicativo de internet, a exemplo do Waze, nos computadores, *laptops*, *tablets* e telefones celulares. No campo profissional, da mesma maneira que

com a população em geral, cada vez mais especialistas de diversas áreas recorrem a esse instrumental para suas análises e auxílio nas tomadas de decisões.

Silva (2003) entende que o final do século XX foi o tempo da consagração do gerenciamento disciplinado das informações. Em certa medida os SIGs contribuíram e contribuem para isso por permitir análises de informações as mais variadas possíveis, bem como a espacialização destas, fato que facilita a compreensão da dispersão de um dado fenômeno. No setor da economia ao qual este trabalho está focado também houve um crescimento substancial no uso dos SIGs, fato que pode ser confirmado com os estudos mencionados anteriormente, em que os autores realizaram suas análises por meio deste instrumental.

3.4 Mapeamento de uso do solo

O mapeamento do uso do solo tem como finalidade explicar e descrever a situação de um dado local em um tempo específico. Outro propósito importante é a possibilidade de comparação da dinâmica dessa área, por meio de mapeamentos em diferentes datas, e indicar tendências e padrões de uso por meio de comparação.

No Brasil, o IBGE, órgão responsável pelo mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, o conceitua da seguinte maneira:

Levantamento do conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas. O levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas. (IBGE, 2013)

Ainda de acordo com este mesmo órgão é esperado que tais inventários forneçam informações o maior número possível sobre o território, para que possam ser comparadas entre si e com outras já levantadas, em quaisquer escalas. Para atingir os objetivos, os trabalhos são orientados pelos requisitos indicados por Heymann (1994,

p.12), que recomenda seguir quatro princípios básicos na estruturação do sistema de classificação, a saber:

- a escala do mapeamento;
- a natureza da informação básica;
- a unidade de mapeamento e a definição da menor área a ser mapeada;
- a nomenclatura

Os princípios básicos por si só não são suficientes para que se tenham resultados adequados, para tanto, alguns pressupostos devem ser obedecidos. Quanto à escala, deve ser vista não apenas como um modelo de representação de proporção da matemática deverá estar de acordo com o tipo de mapeamento que se busca. Quando exploratório, utiliza-se escala entre 1:750.000 e 2.500.000; se regional, escalas que variam de 1:50.000 a 750.000; e para mapeamentos em grandes escala, dependerá do nível de detalhamento (semi-detelhes, detalhes e ultradetalhes). Quanto à natureza da informação básica, há necessidade de critérios como a resolução espacial, radiométrica, espectral e temporal dos produtos orbitais, onde cada uma tem critérios que atendem a uma escala adequada. Por sua vez, para a menor unidade territorial do mapeamento, deve-se associar o tamanho mínimo da área a ser mapeada com a escolha do produto orbital e suas características. E, finalmente, para a construção da nomenclatura, necessita-se de adequação com a diversidade do território considerado, de compatibilidade com a escala, com a fonte básica de dados e com as necessidades dos virtuais usuários.

Ao escrever a respeito do mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, Briassoulis (1999) enfatiza que os métodos e técnicas para realização são determinados de forma crítica de acordo com o objetivo buscado pelo analista. Prossegue em sua afirmação que os sistemas de definições, as classificações utilizadas, os esquemas teóricos, bem como os modelos adotados, dependem das questões em que o analista necessita abordar, em suma, qual o objetivo do trabalho.

3.5 Análise de Agrupamentos

De mesmo modo afirmado no item do geoprocessamento a meta aqui não é avaliar a técnica de Análise de Agrupamentos, mas demonstrar o mecanismo de funcionamento e as razões da escolha para aplicá-lo no trabalho.

Normalmente às ciências sociais aplicadas se interessam em descobrir algo sobre um dado fenômeno do mundo real. Esses fenômenos podem ser qualquer coisa, como a tendência de crescimento, o envelhecimento ou ocupação da população, o comportamento da taxa de juros do mercado financeiro. Para qualquer coisa que se busca explicar tem-se a necessidade da coleta de dados associados ao tal fenômeno no mundo real a fim de tirar conclusões a respeito do que está sendo estudado.

Esta forma de explicar algo novo para um fenômeno por meio de um conjunto de dados é muitas vezes aplicada aos estudos envolvendo os fenômenos geográficos, em particular aos que têm bancos de dados como ponto inicial ou parcela da análise. Bancos de dados são tabelas em que as linhas consistem em representar as observações a respeito do fenômeno e as colunas indicam as variáveis associadas ao mesmo.

Uma das etapas propostas para este trabalho consiste em encontrar áreas similares de renda, escolaridade e densidade demográfica nas proximidades da LT Anhanguera-Furnas, por meio de análise de agrupamento tendo como base os dados dos setores censitários coletados pelo censo demográfico de 2010.

Hair et al. (2009, p. 430) definem análise de agrupamentos como “um grupo de técnicas multivariadas cuja finalidade principal é agregar objetos com base nas características que eles possuem”. Embora a análise de agrupamento tenha forte tradição em agrupar e ou agregar ocorrências, com a finalidade de chegar a classificações, comportamento, também em muitos casos pode ser aplicada como um meio para se chegar a uma meta conceitualmente definida pelos critérios adotados pelo pesquisador (HAIR et al., 2009, p. 430). De acordo com este mesmo autor, são dois os papéis mais comuns desempenhados pela análise de agrupamentos, a geração de hipóteses e a redução de dados.

Rogerson (2012, p. 303) enfatiza que a finalidade da análise de agrupamento é a obtenção de grupos de observações semelhantes. Estas, por convenção, em geral são representadas pelas linhas, enquanto as variáveis representam as colunas na tabela dos bancos de dados. Assim, a análise de agrupamento tem no seu cerne a busca de dados que apresentem similaridade por linha. Hair et al. (2009, p. 431) definem que o objetivo principal da análise de agrupamentos é estruturar as observações em grupos de tal forma que resultem mais parecidas possível. Como existem várias formas de realizar as análises de agrupamentos, tem-se a necessidade de considerar três questões, como se mede a similaridade, como se forma os agrupamentos e quantos grupos são formados.

De acordo com Rogerson (2012, p. 304), dentre as aplicações na Geografia a que possui maior difusão é a Geodemografia, pois os pesquisadores necessitam reduzir uma grande quantidade de subáreas, como por exemplo, os setores censitários, agrupando-as em áreas maiores ou até mesmo em “regiões”. Continuando com o pensamento do autor, tais procedimentos podem ser categorizados em dois tipos: os *aglomerativos* ou *hierárquicos* - estes são iniciados sem um número de grupo definidos a priori, faz-se uma primeira aglomeração das observações em um número n de grupos, e, a partir de então, repete-se o processo para os grupos até que se torne um único grupo. Os *não hierárquicos* ou *não aglomerativos* - pode-se começar tanto com um número g de grupos a priori ou de número g pontos-semente, ao iniciar o agrupamento a partir dos grupos é criado um centróide para cada grupo a partir do qual as ocorrências mais próximas serão agrupadas, caso o agrupamento se inicie por meio dos pontos-semente, a partir destes os g grupos serão formados.

O IBGE (2015) define Setor Censitário como "unidade territorial de coleta das operações censitárias com limites físicos identificados, em áreas contínuas e respeitando a divisão político-administrativa do Brasil".

O processo de geração dos agrupamentos, ou *clusters*, realizado neste trabalho teve como base os setores censitários como unidade territorial, levando em consideração os dados de população, de renda e da densidade demográfica do Censo de 2010. Estes três indicadores associados têm como objetivo medir o grau de desenvolvimento e qualidade de vida da população nas áreas em que envolve a análise deste trabalho.

Assim, a técnica escolhida satisfaz o demandado pela pesquisa neste momento, pela necessidade de reduzir a grande quantidade de dados, de população, de renda e de escolaridade, bem como setores censitários, em grupos ou áreas maiores e com similaridade reduzindo a amostra em quantidade de grupos necessários a pesquisa.

4 DESENVOLVIMENTO, MATERIAIS E APLICAÇÃO DO MODELO

Em se tratando de trabalhos científicos, um dos pontos centrais a ser considerado, o método, consiste em encontrar "um caminho, um conjunto de regras comuns a várias ciências, que permitam obter explicações, descrições e compreensão" (ARAÚJO, 2003, p.16)

Analisar o mundo ao nosso redor ou mesmo parte deste é uma tarefa que envolve um grande número de variáveis, não importa se a análise tem como ponto de partida os fenômenos naturais, culturais ou mesmo uma mescla desses acontecimentos. As ciências como um todo têm a pretensão de conhecer a realidade, interpretar os acontecimentos e fenômenos, tendo como base o conhecimento das variáveis envolvidas e consideradas importantes nesses eventos.

Assim, estabelecer relações, encontrar ou propor leis explicativas é papel da ciência. Para tanto, há necessidade de controlar, manipular e medir variáveis com relevância para a compreensão do fenômeno analisado. Muitas vezes a atividade de traduzir em informações úteis e aplicáveis no dia a dia são tarefas complexas.

A Geografia é a "ciência que estuda as relações entre sistemas naturais, áreas geográficas, sociedade, atividades culturais e interdependência entre eles sobre o espaço" (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 2 e 3, grifo nosso). Ainda de acordo com este mesmo autor a "análise espacial" é um método próprio da Geografia, em que cinco temas são fundamentais: localização, região, relação Humanos-Terra, movimento e lugar. Assim, para Christopherson, sintetizar tópicos de muitos campos integrando informações e formar conceitos abrangentes é próprio do Geógrafo, pois este tem a peculiaridade de observar os fenômenos conforme ocorrem nos espaços, nas áreas e nas localizações, e, dessa forma, analisa as diferenças e semelhanças entre os lugares.

Seguindo este raciocínio a análise espacial foi apropriada para aplicação nesta pesquisa, cujo foco principal foi identificar áreas que apresentassem características com tendência à ocupação irregular da Faixa de Passagem das linhas de transmissão de energia elétrica.

4.1 Desenvolvimento do modelo e identificação das variáveis adequadas

Figura 23 – Fluxograma do modelo de desenvolvimento do trabalho
Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.1 O seccionamento da linha

Retomando a afirmação feita na justificativa, as LTs permeiam o território nacional em todas as direções, conseqüentemente, estão presentes tanto em áreas com alta densidade populacional quanto em outras com baixo povoamento. Essa diferença de ocupação resulta em variáveis distintas que necessitam ser consideradas separadamente na análise de ocupação irregular da Faixa de Passagem, especialmente, sob o ponto de vista da ocupação humana em ambientes heterogêneos com grande variação na concentração de pessoas. Não é objetivo deste trabalho a discussão conceitual entre o urbano e o rural, portanto a abordagem destes serão somente do ponto de vista da intensidade da aglomeração de pessoas em um determinado lugar ocupado com construções contínuas. As áreas construídas e com aglomeração de pessoas residindo serão chamadas de urbana, enquanto o inverso, vazios populacionais e sem construções, nomeadas de rural.

Não obstante, os trabalhos analisados para esta pesquisa consideram na análise a área em que as linhas estão implantadas em sua totalidade. Dessa forma a possibilidade de ocupação irregular é vista sob o mesmo prisma, tanto no ambiente urbano quanto no rural. Para este trabalho identificou-se a necessidade do seccionamento da linha em partes distintas, a segmentação se fez necessária devido à quantidade de variáveis envolvidas em cada um destes ambientes.

Pode-se afirmar que em ambiente rural a possibilidade de ocorrer uma ocupação irregular é bem menor que no ambiente urbano, isso se explica pela tipologia da ocupação humana nessas localidades, em geral, fazendas, chácaras, sítios e em alguns casos áreas protegidas, como por exemplo, o Parque Estadual da Serra do Mar, em que diversas linhas atravessam seu interior, e a possibilidade de ocupação irregular é quase nula, sobretudo pelo controle que o Estado detém sobre a área.

A evidência dessa diferenciação pode ser ratificada pelo programa de vistoria das faixas mantido pelas empresas. O meio urbano recebe uma quantidade maior de inspeções, Lavandoscki (2010, p.18) apresenta o modelo utilizado pela CTEEP em que as averiguações aéreas por meio de helicópteros são feitas anualmente para a rede em geral, enquanto que a RMSP é contemplada com sobrevoos bimestrais. Os controles

terrestres ocorrem a cada dois anos nas faixas como um todo, enquanto que nos trechos urbanos são semestrais. Esses procedimentos adotados pela empresa corroboram o princípio proposto neste trabalho de que os estudos dedicados ao tema precisa adotar na análise separadamente o ambiente urbano do rural.

As figuras 24 e 25 demonstram as diferenças entre as variáveis contidas nos espaços urbanos e rurais.

Figura 24 - Linha de Transmissão em área rural

Fonte: Elaboração do autor com imagens do Mapeia São Paulo, Google e Street View.

Figura 25 - Linha de Transmissão e tipologias do uso do solo em área urbana
 Fonte: Elaboração do autor com imagens do mapeia São Paulo

A comparação entre as imagens torna evidentes as diferenças entre esses ambientes. Enquanto o rural é mais homogêneo, sem grandes variações e majoritariamente ocupado por fazendas, o espaço urbano apresenta grande complexidade no uso e ocupação do solo, caracterizado por seus diversos níveis de renda, de escolaridade, de densidade demográfica, de padrões de construção e de funcionalidade dos imóveis, que coexistem na mesma área. Diante do exposto, é possível afirmar a necessidade do seccionamento da linha em rural e urbano ou periurbano para realização da análise, dado que os vetores que influenciam diretamente para o acontecimento da ocupação irregular da Faixa de Passagem são distintos entre si, e ainda apresentam diferentes intensidades. Esta disparidade dos vetores não permite aplicar o mesmo peso para a

interferência que exercem sobre a faixa nos dois ambientes. O uso do solo é um exemplo inequívoco dessa disparidade, pois no meio urbano a superioridade é tamanha que dificulta atribuir pesos e comparar com o meio rural.

Identificada a separação entre o urbano e rural, o passo seguinte foi descobrir que outra variável teria propensão a influir no processo. O uso do solo por acomodar os mais diferentes grupos humanos e suas atividades foi reconhecido como um recurso importante para procedimento em desenvolvimento. As técnicas de apreensão do fenômeno e realização do trabalho serão descritas no próximo item.

4.1.2 Técnicas para o mapeamento da linha

O uso da fotointerpretação aplicada à implantação de infraestrutura linear tais como: rodovias e redes elétricas, em geral, necessitam de análises de diferentes rotas para a obtenção do traçado.

Loch (2008, p. 67) aponta critérios necessários a serem considerados na fotointerpretação para tomada de decisão do melhor trajeto para projetos de linhas elétricas, como a menor distância, a indenização das propriedades, as proximidades das construções existentes, o aproveitamento das inclinações do terreno, a facilidade de acesso às torres e a distância entre estas e a facilidade da manutenção. Continua o mesmo autor, a fotogrametria é largamente utilizada por empresas do setor elétrico, os produtos oriundos desta técnica, desde o voo até a ortofoto carta em escala 1:10.000 são usados para o planejamento e implantação das redes elétricas, a utilização desses recursos reduz o tempo e custo de implantação da obra.

Embora na fase de estudos para implantação do projeto a fotogrametria atenda as necessidades do planejamento na escala 1:10.000 como afirma Loch (2008, p 68), o mapeamento das redes já implantadas exige escala de detalhe e alta resolução espacial das imagens usadas como base para o trabalho. Isto porque se trata de um tipo de mapeamento de ultradetalhe, tendo em vista que a base das torres por onde o trabalho deve executado tem variação desde 1 metro quadrado ou até menor, até medidas de 100 metros quadrados ou superior para as torres estaiadas. Com o propósito de diluição do “erro” cartográfico o máximo possível pensou-se em um primeiro

momento identificar os vértices do sopé da torre por meio da entidade ponto, tido como pilar para o procedimento seguinte, a construção do polígono. Com base neste, serviu-se de um recurso do geoprocessamento, a geração do centróide²¹. Só então, com a interligação de cada centróide foi realizado o próximo estágio – o traçado da linha. As figuras 26 e 27 apresentam o desenrolar do processo.

Figura 26 – Técnica para mapeamento das torres
Fonte: Imagem do Google Earth adaptada pelo autor

Figura 27 - Técnica para o mapeamento das linhas
Fonte: Elaborado pelo autor com imagem do mapeia São Paulo

²¹ Recurso matemático que permite encontrar o centro exato (geodésico) de um determinado polígono

Tendo como alicerce o traçado da linha, uma etapa importante pode ser realizada, a concepção da Faixa de Passagem. Esta, como foi dito no referencial teórico, requer uma série de requisitos na definição de sua largura. Neste trabalho foram adotados dois parâmetros, a tensão de linha e o corredor observado na imagem. Isto porque a tensão da linha é um importante indicador, também o corredor, cujas imagens permitiram a medição definida no projeto, em algum ponto da linha foi possível verificar sua dimensão. O emprego do geoprocessamento nesta fase se deu por meio do recurso *buffer análise* apresentado de forma mais aprofundada a seguir.

4.1.3 Buffer Análise

A *buffer análise* é uma operação que executa busca de atributos de entidades pertencentes a uma camada geográfica específica a partir de uma entidade de referência localizada a uma determinada distância.

Figura 28 - Buffer 250 a partir da faixa
Fonte: Elaboração do autor

Pesquisas sugerem que os impactos negativos relativos à proximidade com as linhas de transmissão sobre o valor das propriedades é da ordem de 200m (KROLL e PRIESTLEY, 1991). A mesma medida foi também adotada por Hamilton e Schwann (1995) em estudo sobre depreciação de imóveis nos arredores da linha de transmissão e concluem perda de 1% a 6,3% no valor das propriedades. Mais recentemente Elliott et al. (2015) pesquisaram as atitudes determinantes que norteiam a resistência dos

proprietários de imóveis para a instalação de linhas de transmissão aéreas. Essa resistência pode ocorrer próximo as instalações devidos os efeitos nocivos à saúde, poluição visual, barulho e interferência em telecomunicações e também ao meio ambiente que vai muito além das proximidades da linha. No tocante às propriedades os efeitos são distintos, nas proximidades (200m) se deve à desvalorização das propriedades, à medida que se distancia da linha são as desapropriações para instalação da infraestrutura que gera a resistência.

A carência de um modelo padrão de distância que pudesse auxiliar na tarefa nos remeteu aos trabalhos já citados como ponto de partida. Embora não procure aqui identificar ou avaliar os impactos gerados pelas linhas de transmissão, o alvo foi justamente o inverso, a ocupação irregular da faixa protegida por parte das populações vizinhas por onde passam esses empreendimentos, tomando como ponto de partida a medida definida nos trabalhos mencionados (200m). Contudo, é preciso advertir que a o tipo de ocupação da área de estudo é marcado pela ausência de planejamento adequado e tem grande variação no tamanho dos quarteirões (Figura 29). Foi adotado, então, a distância de 250m, com diferentes graus de influência, cinco níveis de 50m cada, gerados a partir da técnica de *buffer* análise sendo o início a partir do limite da faixa passagem (Figura 30).

Figura 29 – Distância e quadras consideradas na análise
Fonte: Elaboração do autor com imagens do mapeia São Paulo

Figura 30 – Distância envolvidas na análise
 Fonte: Elaboração do autor

Finda a determinação da área para realização da análise, o questionamento subsequente foi a localização dos vetores de pressão, onde estão posicionados, no interior ou fora da faixa de passagem. Os argumentos a seguir têm a finalidade de esclarecer os caminhos adotados.

4.1.4 Localização dos vetores de pressão

O olhar direcionado para o interior da Faixa de Passagem é marcante nos autores que se dedicam ao tema, com isso as variáveis que norteiam os trabalhos estão situados no interior da faixa. Exemplo disso são os trabalhos de Cucco (2007), Cucco (2011), Oliveira (2011). Para esta investigação entende-se que os fatores determinantes para que aconteça tal infração estão relacionados diretamente com a ocupação humana dos arredores das LTs, neste sentido estão locados, sobretudo, fora da área de domínio da faixa.

As regras de parcelamento do uso do solo, bem como as diferentes restrições de utilização da área protegida foram dispensados na análise, já que o infrator é justamente alguém que não respeitou a regra, seja por desconhecimento ou má fé.

Segue esta mesma linha de pensamento o distanciamento das torres. Estando mais próximas umas das outras não funcionará nem como impeditivo ou mesmo atração para instalação de construções no espaço, portanto não foi adotado como variável neste trabalho.

Não diferente dos demais, também se dispensou o uso da topografia como variável, visto que a existência de variações topográficas no terreno também não impede que uma área seja ocupada de forma irregular. Na cidade de São Paulo é possível encontrar invasões em diferentes inclinações, podendo a superfície ser plana ou não. A figura 31 apresenta um trecho com ocupado de forma irregular e com alta inclinação.

Figura 31 – Área com forte inclinação ocupada irregularmente
 Fonte: Fotografia feita pelo autor

Encerrando o pensamento sobre as variáveis localizadas no interior da faixa encontra-se o sistema viário, este também não foi considerado como parte integrante da análise, a razão disso é que o local tanto pode ser um facilitador quanto empecilho para as invasões. Os corredores das LTs na Marginal Pinheiros, na cidade São Paulo, ilustram como uma via pode funcionar como uma barreira para essas infrações (figura 32).

Figura 32 - Linha de Transmissão na Marginal do Rio Pinheiros – São Paulo
 Fonte: Google Earth

Assumindo que os fundamentos do desrespeito às regras que provocam a ocupação irregular não estão no interior da faixa de passagem, restou-nos direcionar o olhar para a parte externa das proximidades da faixa e identificar as condicionantes primordiais que redundam no descumprimento da norma. Assim, foram identificadas três variáveis preferenciais para realizar o diagnóstico: a proximidade da faixa; a situação socioeconômica, aqui definida por meio da *cluster analise*; e o uso e ocupação do solo das imediações. Devido à importância que cada um desses itens exerce dentro do processo, será dado maior detalhamento nos próximos passos quanto à concepção, apreensão e estruturação dos mesmos. Dentre estes, a proximidade da faixa não mais merecerá pormenorização, visto que o item 4.1.3 *Buffer Análise* já foi encarregado desta incumbência.

4.1.5 Clusters socioeconômico

Antes de entrar especificamente na discussão sobre as técnicas de formação dos *clusters* tem-se a necessidade de demonstrar as variáveis escolhidas para o procedimento. Destaca-se o fato de considerar todos os Setores Censitários que ultrapassasse o *buffer* de estudo, devido à necessidade de trabalhar com médias, e os limites dos setores não são coincidentes com os da área de estudo.

Densidade demográfica

A densidade demográfica ou relativa é uma medida para traduzir a relação entre a quantidade de população e uma determinada área, independentemente da forma de distribuição espacial desta população.

Mesmo não havendo unanimidade quanto ao uso dessas técnicas, as densidades são medidas relevantes para a qualidade ambiental, para a economia, para os sistemas de transportes, para as infraestruturas físicas e também para a forma urbana. A rigor, a compreensão do assunto e seus reflexos na vida das cidades integram, por diferentes razões, o trabalho de urbanistas, de economistas, de estatísticos, de geógrafos, de organizações comunitárias, de psicólogos e de ecologistas.

Para este trabalho foi considerado a medida de pessoas por metro quadrado, uma vez que as análises foram feitas utilizando como base os setores censitários, que em geral, em ambiente urbano são áreas relativamente pequenas.

A densidade demográfica foi calculada a partir da fórmula:

$$\text{Densidade} = \frac{\text{População Total do Setor Censitário}}{\text{Área do Setor Censitário (m}^2\text{)}}$$

Para o cálculo da densidade demográfica foram utilizados os dados de população do Censo Demográfico de 2010 (Vide anexo 01), planilha básico/01, coluna V0002, que indica a quantidade de moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes. O cálculo da área foi realizado mediante o módulo *calculate geometry* do *ArcGis*. Para utilização no processamento do *Cluster* a área foi calculada em m², posteriormente foi convertida em hectare para confecção do mapa, facilitando a visualização da distribuição da população na área considerada.

Existem meios mais precisos para calcular a densidade demográfica, exemplo disso é o método dasimétrico utilizado por Barroso et al. (2011) para mapeamento de dados socioeconômico da cidade de São Paulo, referido como um método para refinamento de dados geoespacial. Esse mecanismo de cálculo reduz o erro intrínseco da densidade demográfica, visto que ao distribuir a população de maneira equânime considera-se igualdade de pessoas por toda a área e isso não é verdade. Ao restringir somente a área edificada tem-se um retrato mais próximo dos fatos. Para este trabalho, que considera a densidade como um dos critérios de análise, saber onde realmente ocorre a densidade é fundamental. Considerou-se a possibilidade de aplicar o procedimento dasimétrico na análise deste estudo. Contudo, devido ao limite de tempo para finalização da pesquisa não possível recorrer a esse recurso.

O mapa a seguir apresenta a distribuição relativa da população na área estudada.

Figura 33 - Mapa da Densidade Demográfica - 2010 - Área do Estudo
Elaboração do autor com base no Censo 2010 e Setores Censitários

Uma breve análise do mapa nos permite afirmar que a área no geral apresenta baixa densidade demográfica. A população está concentrada sobretudo no Distrito da Brasilândia, área que apresenta maior concentração de pessoas. Em seguida, na porção sudoeste do Distrito do Jaraguá, há um aglomerado de setores mais densos. Finalmente, a parte Oeste do Distrito de Tremembé reúne um conjunto de setores com densidade mais significativa. A baixa densidade dos outros setores é explicada pela maciça presença de parques na região da Cantareira, e de áreas marcadas pela presença de fábricas e distribuidoras nas imediações da Rodovia Anhanguera.

Renda média

O uso da renda média ou renda *per capita* veio da necessidade de um indicador que pudesse auxiliar na identificação do grau de desenvolvimento econômico da área. Mesmo apresentando disparidade pelo fato de distribuir a renda total pela população de um dado local, esse indicador mostrou-se bastante útil porque forneceu uma média da renda da população. O rendimento nominal médio mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade (como ou sem rendimento) encontrado na planilha básico/01 do Censo Demográfico de 2010 (coluna V009), e o número de moradores em domicílio particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares

permanentes (coluna V002) da mesma planilha (Anexo 1), foram utilizados para o cálculo do indicador.

A figura 34 apresenta a renda média das pessoas residentes nas proximidades da LT 345 kV Anhanguera-Guarulhos.

Figura 34 - Mapa da Renda Média Mensal - 2010 - Área do Estudo
Elaboração do autor com base no Censo 2010 e Setores Censitários

Diferentemente da Densidade Demográfica que apresentou certa homogeneidade nos setores censitários em análise, a renda média apresentou grandes disparidades entre os setores, pois a maior renda média ultrapassa oito vezes o valor da mais baixa. A renda mais alta concentra no Distrito do Mandaqui, a mais baixa no Distrito da Brasilândia, e os outros distritos ficam no intermediário. Comparando as duas figuras (Densidade demográfica e Renda média) permitiu afirmar que a área com maior densidade (Brasilândia) apresentou a menor Renda Média.

Escolaridade média

O grau de escolaridade é definido pelo cumprimento de um determinado número de anos de estudo para conclusão dos ciclos de estudo. Esse é um importante indicador, tendo em vista que certas profissões necessariamente exigem uma quantidade específica de anos de estudo, como um médico que estudou por no mínimo 18 anos em sua vida. Outro fator importante é que o grau de escolaridade tem uma relação direta com a renda, mesmo não sendo determinante, já que é possível que um indivíduo com baixa escolaridade possa ter alta renda e outro com alto grau de escolaridade tenha baixa renda.

Como nas tabelas do Censo Demográfico de 2010 a escolaridade média da população por Setor Censitário não foi identificada, buscou-se nos sítios das prefeituras esses dados para que pudesse completar a análise planejada. Para a cidade São Paulo foram encontrados dados para os diversos distritos, já para a cidade de Osasco só foi encontrada uma média para o município.

O mapa a seguir retrata a situação da média de anos escolares que foi assumida para o presente trabalho.

Figura 35 - Mapa da Média de Anos de Estudo - 2010 - Área do Estudo
Elaboração do autor com base em dados da Prefeitura de São Paulo e Osasco.

Ao comparar os três mapas percebe-se que o Distrito do Mandaqui apresenta uma relação inversa entre a Densidade Demográfica e os outros indicadores, com baixa densidade e alta renda e alta escolaridade (considerando a amostra). Na mesma linha o Distrito de Brasilândia apresenta relação inversa, só que este com alta densidade demográfica, baixa renda e baixa escolaridade (também considerando a amostra). A ausência de dados específicos de escolaridade para os setores censitários do município de Osasco explica a colocação dos setores desse município na faixa mais alta de escolaridade.

A formação dos *Clusters*

A breve análise dos mapas descrita nos itens imediatamente anteriores nos permite afirmar que é possível associar esses dados e agrupá-los de modo que apresentem similaridade. A tarefa de agrupar dados aproximados com o objetivo de classificação é uma das características primitivas e básicas do ser humano. Rotineiramente temos que lidar com agrupamentos em muitos aspectos da nossa vida. Contudo, agrupar grande quantidade de dados em séries semelhantes pode ser uma tarefa árdua e que exige muito trabalho. Nesta fase, o que se buscou foi um mecanismo para auxiliar na classificação dos dados da amostra da área estudada de modo que agrupasse os indivíduos semelhantes e separassem em os grupos dissemelhantes.

Atualmente existem no mercado vários *softwares* de estatística que permitem executar essa tarefa com rapidez, tanto o *Microsoft Excel* quanto o *ArcGis* (*software* de geoprocessamento) apresentam módulos para essa realização. Para este estudo optou-se por usar o *Statistical Package Social Science* (SPSS) versão 16.

Decidido pelo SPSS 16 como instrumento para processar os *clusters*, o passo seguinte foi verificar qual o algoritmo mais adequado para o trabalho em andamento. O SPSS tem muitos algoritmos para realizar a tarefa, tais como: *Cluster* automático, *Cluster Max 5*, *Hierarchical* e *k Means*. Após alguns testes (vide anexo 4) com todos os algoritmos disponíveis no *software* foi definido o *k Means* como mais adequado. Um dos fatores decisivos para a opção foi o fato de permitir a priori a quantidade de *clusters* de saída dos resultados.

Em conformidade com o proposto na metodologia para o trabalho (figura 23), a adoção de cinco diferentes grupos que apresentassem similaridade na renda, escolaridade e densidade demográfica, esta inversamente proporcional, foi processado com 10 e 25 iterações e optou-se pelo segundo, visto que na décima sétima iteração o modelo atingiu todas as combinações possíveis. O resultado da modelagem foi plotado no mapa a seguir.

Figura 36 - Mapa de Clusters – Renda, Escolaridade e Densidade - 2010 - Área do Estudo
 Elaboração do autor com base em dados do Censo 2010 e das Prefeituras de São Paulo e Osasco.

A verificação de confiabilidade da amostra foi realizada por meio de vários testes (vide anexo 5) existentes e disponibilizados pelo próprio *software*. Todos tiveram resultados satisfatórios. A planilha resultante do processamento dos *clusters* consta no anexo e contém os dados de entrada, a quantidade de clusters resultante e os mecanismos de verificação e validação da amostra.

4.1.6 As classes de uso do solo

Após o mapeamento da linha, a definição da distância adotada, o passo seguinte foi identificar a tipologia das classes de uso do solo adequada a análise, de acordo com a

afirmação do item 3.4 em que a finalidade deve estar atender às necessidades da pesquisa e obedecer a escala do mapeamento.

De acordo com o Manual de Uso da Terra do IBGE (2013) o Sistema de Classificação do Uso da Terra (SCUT),

[...] constitui a ferramenta que possibilita a definição das legendas do mapeamento à escala 1: 250 000 a ser incorporada ao banco de dados; também permite a identificação e descrição da cobertura e do uso da terra, e ainda permite a comparabilidade dos tipos de uso da terra em todo o Território Nacional.

No tocante ao emprego das classes, interessa entender, esse sistema está dividido em dois níveis. O primeiro, numa visão mais ampla, são as áreas antrópicas, agrícolas e não agrícolas. O segundo é uma subdivisão dessas áreas, exemplo dentro de áreas antrópicas, áreas urbanas e áreas de mineração. O SCUT define as cores para cada classe, inclusive com indicação numérica dentro dos padrões internacionais.

Mesmo havendo um sistema oficial que apresenta uma forma detalhada para elaboração de mapas de uso da terra, a escala média empregada 1:250.000 é considerada muito pequena para os objetivos aqui pretendidos.

O *Standard Land Use Coding Manual* (Anderson et al. 1976, *apud* Jensen, 2013, p. 456) concebido para atender as demandas do Serviço Geológico Americano (USGS) foca na necessidade da construção de um sistema de classificação voltado para os recursos e que ao mesmo tempo possa cobrir os 95% de áreas não urbanas dos Estados Unidos. Isto porque até então os padrões de mapeamento eram voltados para as pessoas e suas atividades (área construída). O resultado é um extenso detalhamento das classes escolhidas. As classes, solo urbano construído e comércio e serviços, por exemplo, contém quatro subclasses. A forma com que as classes foram subdivididas serve de inspiração para a criação das classes que buscamos. Evidentemente há necessidade de adaptação, sobretudo no que se refere à nomenclatura, haja visto que o

tipo de urbanização dos USA é completamente diferente do que ocorre no Brasil e em especial em São Paulo onde a pesquisa se aplica.

O Territorial, Predial, Conservação e Limpeza (TPCL) é um arquivo da Secretaria de Finanças (SF) da Prefeitura de São Paulo com informações sobre os imóveis do município: Uso, Padrão Construtivo, Tipo de Terreno, Dados de Conservação, Área Construída, Área do Terreno etc. A chave principal deste banco de dados é o SQL (setor, quadra, lote) que permite identificar de maneira única cada imóvel.

Machado (2000) reporta o trabalho criado e mantido pela Prefeitura do município de São Paulo como valioso cadastro para armazenamento dos dados dos contribuintes. Destaca que o cadastro obedece aos critérios da Lei Municipal 6989/66, sua origem está em uma centena de bancos de dados e outros programas da prefeitura, tem estrutura hierarquizada ao qual a menor unidade é o lote. O mesmo autor destaca ainda que há muitas possibilidades de realização de análises por meio dos atributos contidos no banco de dados.

Exemplo dessas diversas possibilidades assinaladas por Machado é o Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2002). No capítulo dedicado ao uso do solo elaborado a partir da base do TPCL, foi convencionado que ao ultrapassar 60% do mesmo uso na quadra fiscal haveria generalização, não sendo identificada a predominância foi nomeado misto, quadras com baixa ocupação foi denominado terrenos vagos e finalmente o não enquadramento em nenhum dos casos anteriores chamou de outros usos. Dessa forma, foram definidas 16 diferentes tipologias por predominância de uso. A tabela 08 apresenta essas classes.

De acordo com o sítio da prefeitura²², alguns cuidados são necessários para os usuários do banco de dados do TPCL,

Áreas para as quais não há dados registrados no TPCL podem estar, na verdade, ocupadas por loteamentos clandestinos, por invasões (favelas) ou ainda por implantações urbanísticas em glebas nas quais a situação

²² Disponível em:

<http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/index.php?sub=notas&cat=17&titulo=Uso%20do%20Solo%20Urbano&subtit=%20-%20Notas%20T%E9cnicas>

fundiária não se encontra plenamente definida quanto ao ordenamento legal municipal. Incluem-se, neste último caso, alguns conjuntos habitacionais de grande porte implantados por iniciativa do Estado ou do próprio município. Isto vale, por exemplo, para os conjuntos de interesse social situados no extremo leste da cidade de São Paulo, que abrigam dezenas de milhares de moradores e, apesar disso, estão apenas parcialmente representados nos mapas de uso do solo, uma vez que se localizam nas “zonas cegas” do cadastro. Já as favelas, localizadas frequentemente sobre áreas públicas, muitas vezes aparecem no TPCL como terrenos vagos, o que pode, numa primeira leitura, acarretar interpretação equivocada. (INFOCIDADE)

Tabela 8 - Tipologia de Uso do Solo - TPCL

Uso H	Descrição do Uso
01	Uso Residencial Horizontal de Baixo Padrão
02	Uso Residencial Horizontal de Médio Padrão
03	Uso Residencial Horizontal de Alto Padrão
04	Uso Residencial Vertical Médio Padrão
05	Uso Residencial Vertical Alto Padrão
06	Uso Comércio e Serviço Horizontal
07	Uso Comércio e Serviço Vertical
08	Uso Industrial
09	Uso de Armazéns e Depósitos
10	Uso especial (Hotel, Hospital, Cartório, Etc.)
11	Uso Escola
12	Uso Coletivo (Cinema, Teatro, Clube, Templo,
13	Terrenos Vagos
14	Uso Residencial Vertical de Baixo Padrão
15	Uso Garagens não-residenciais
99	Outros usos (Uso padrão não previsto)

Fonte: infocidade.prefeitura.sp.gov.br

Recuperando a afirmação de Briassoulis (1999) feita no item 3.4 do referencial teórico que métodos e técnicas para realização de mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal são determinados de forma crítica de acordo com o objetivo buscado pelo analista e a finalidade do trabalho, e observando as tipologias do IBGE, USGS e TPCL, verificou-se que em sua totalidade nenhuma delas contempla plenamente o objetivo buscado. Embora o formato do TPCL sirva como base, existe diferenças para geração das classes. O modelo da Prefeitura está baseado em dados socioeconômicos-fiscais, já a tipologia das classes adotados para este trabalho está alicerçada na interpretação

visual do analista em conformidade com as características das construções. A razão disso é a falta de acesso ao mapeamento da Prefeitura e ao banco de dados que propiciou o desenvolvimento do TPCL. Há ainda a necessidade de fusão, desmembramento e adoção de novas classes.

Pesquisas afirmam a hegemonia da classe residencial entre todos os tipos de usos com ocupação da ordem de 30 e 50% de toda a área construída nos centros urbanos (KAISER; GODSCHALK; CHAPIN, 1995). Na área estudada certamente essa taxa é bem superior, assim como em toda a cidade de São Paulo. No levantamento e mapeamento de áreas residenciais é comum adotar uma classificação baseada na densidade e na tipologia. Fizemos este mapeamento com base exclusivamente na tipologia da construção.

Por ocupar a maior área e possuir grande diversidade nas construções e classes sociais, bem como ser a classe que oferece maior probabilidade de influenciar na infração das ocupações irregulares a classe residencial foi desdobrada em sete subclasses. Os nomes das classes advêm da nomenclatura adotada no TPCL exceto Institucionais e Industrial, Comércio e Serviços, e a classe Aglomerado Subnormal foi adotado do IBGE para áreas ocupadas irregularmente. A classe Aglomerado Subnormal foi a única classe sem interpretação direta pelo analista na realização do mapeamento, teve como base os *shapefiles* disponibilizados no sítio do IBGE. A classe Institucionais difere dos modelos adotados e anteriormente citados, esta resulta da fusão de várias outras classes e agrega todos os equipamentos urbanos destinados à administração pública, lazer, crença e etc. Semelhante ao que ocorreu com a classe Industrial, Comércio e Serviço. No modelo do TPCL são distintas, e no trabalho foram concentradas em uma única classe para atender as necessidades da proposição estudada.

A figura 37 retrata as classes de uso do solo identificadas como pertinentes para os estudos de ocupação irregular da Faixa de Passagem e logo após foi feita uma especificação das características inerentes.

Figura 37 – Fluxograma das classes de uso do solo definidas para o trabalho
 Fonte: Elaboração do autor

Residencial horizontal - caracterizado por toda área que apresenta construção tipicamente residencial, geralmente unifamiliar e com quantidade de pisos que variam de 01 a 03 pisos.

Residencial horizontal de alto padrão – geralmente ocupa terrenos grandes. Esses imóveis evidenciam grande área construída, geralmente com jardins, piscinas e espaço destinado ao lazer, e ainda apresentam fino acabamento, muitas vezes se apresentando na forma de condomínios horizontais.

Residencial horizontal de médio padrão - é o tipo mais comum de ocupação residencial em centros urbanos. Caracteriza-se por apresentar construções regulares, com atendimento de serviços básicos, ruas bem definidas e em geral com algum tipo de pavimentação.

Residencial horizontal de baixo padrão – os imóveis contidos nessa classe, apesar de estarem em áreas regulares e abastecida por serviços públicos básicos, via de regra ocupam pequenos lotes, quase sempre com indícios de autoconstrução e em sua maioria com ausência de telhado, isto é, apenas laje como cobertura.

Aglomerado subnormal – de acordo com IBGE é o conjunto constituído por uma ou mais unidades habitacionais, caracterizadas por ausência de título de propriedade e pelo menos uma das seguintes características: irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).

Residencial vertical – imóveis destinados a residências multi familiar, quase sempre possuem a partir de quatro pisos de construção, embora haja de forma mais rara construções desse tipo com apenas três pisos.

Residencial vertical de alto padrão - podem possuir um ou mais edifícios, via de regra apresentam fechamento lateral, com os prédios isolados da rua. Podem ainda conter espaços destinados à prática de esportes, tais como, quadras, campo de futebol, piscinas e etc.

Residencial vertical de médio padrão – são similares ao descrito para o perfil de alto padrão, contudo, esta classe difere quanto ao acabamento e quantidade de unidade por piso.

Residencial vertical de baixo padrão – para esta classe foram considerados apenas os edifícios oriundos de algum tipo de política habitacional, os conjuntos habitacionais, os quais sempre se caracterizam por construções de quatro pavimentos e muitos prédios de igual arquitetura.

Industrial comercial e serviço – foram assim classificadas as áreas com presenças do exercício de comércio e serviços. Dentre estes estão os pequenos negócios, centros de distribuição, centros empresariais, *shopping centers*, hipermercados e atacadistas. A atividade industrial por sua vez caracteriza-se por construções destinadas à indústria, sem segmentação, tanto de pequeno quanto de médio e grande porte.

Institucionais – englobam todo e qualquer tipo de infraestrutura educacional, saúde, transportes (terminais de ônibus, estações de trem e metro), equipamentos para o fornecimento de água, eletricidade e gás. Ainda faz parte desta classe os parques e praças e as construções destinadas à administração pública em geral.

Terrenos Vagos - toda área vazia que não apresenta nenhum indicador de demarcação de propriedade, como por exemplo, muros e cercas e quando demarcado não apresente construção interna.

4.1.7 A influência da magnitude dos fatores

Antes de entrar no tema próprio para o item, merece comentário o fato registrado pela Eletrosul de que atores conhecedores e conscientes das restrições impostas às faixas também incorrem na infração com a construção de conjuntos habitacionais, abrigo para parada de ônibus e pavimentação de vias.

Retomando a citação feita no item 1.1 de que as concessionárias com frequência detectam invasões nas faixas de passagem por todas as camadas sociais e que a tipologia da ocorrência difere entre as classes (JARDINI, et al. 2004, p. 711), associado ao apresentado no Referencial Teórico, no segmento dedicado a expor como as empresas lidam com o problema, onde foram demonstrados os diversos eventos constatados, bem como as tipologias e suas irregularidades, foi necessário identificar entre os fatores envolvidos em cada um das variáveis qual o maior contribuinte para o caso de uma infração. Assim, observando o desencadear de uma invasão identificou qual dos elementos adotados neste estudo apresentou maior intensidade no processo.

Para tanto, o caminho adotado foi encontrar um episódio de ocupação irregular às margens da LT Anhanguera-Furnas que pudesse gerar um retrato dos diversos estágios do desenrolar de uma invasão. O recurso encontrado para realização da tarefa foi o *Google Earth* mediante o mecanismo regulador de datas (linha do tempo) que possibilita visualizar um mesmo ponto no espaço terrestre em períodos de distintos tempos.

A figura 38 localizada na Rua Henriqueta Pantaleão (23°27'9.37"S e 46°41'40.94"O) nas imediações da LT Anhanguera-Furnas evidencia o início de uma invasão. Verifica-se a inexistência do acontecimento no ano de 2013 (A); em 2016 já é possível identificar ao menos uma construção (imagem vertical B e horizontal C).

Figura 38 – Despontar de ocupação irregular sob a linha Anhanguera-Furnas
 Fonte: Imagens da linha do tempo *Google Earth* e *Street View* – organizado pelo autor

Na imagem anterior foi possível constatar a emergência de uma ocupação irregular. A figura 39 a seguir exibe o nascimento e o progresso da infração em área não construída. O fato se dá nas duas margens da faixa de formas distintas de uso e ocupação do solo. De um lado, conjunto habitacional e do outro, habitação subnormal. Isso ocorre em três diferentes momentos: área ainda vaga (A – 2005); surgimento das primeiras construções (B-2008); e consolidação das construções (C-2016). A locação deste caso é nas proximidades da Av. General Penha Brasil ($23^{\circ}27'8.19''\text{S}$ e $46^{\circ}40'32.27''\text{O}$).

Figura 39 – Evolução da formação de ocupação de terreno vago próximo a um conjunto habitacional
 Fonte: Imagens linha do tempo *Google Earth* – organizado pelo autor

Nas ilustrações imediatamente anteriores são vistas duas etapas do andamento das invasões em faixa de passagem, o agrupamento de imagens a seguir (figura 40) possibilita ver o ciclo completo. No ano de 2004 com a área ainda livre (A); a emergência da invasão em 2008 (B); em 2013 a solidificação do processo (C); e finalmente em 2015 a área novamente desocupada por meio da reintegração de posse (D). A ocorrência da infração foi na intersecção da Rua Bernardo de Vera com a Faixa de Passagem da LT Anhanguera-Guarulhos.

Figura 40 – Estágios da ocupação irregular sob a linha Anhanguera-Guarulhos e reintegrada pela empresa

Fonte: Imagens da linha do tempo *Google Earth* – organizado pelo autor

Deste modo, no que se refere ao uso e ocupação do solo, foram consideradas como indutores de maior relevância dentro da evolução das ocupações irregulares as classes habitações subnormais e áreas não construídas. Estas serviram como ponto de partida para a hierarquização das classes subsequentes.

De igual maneira, as figuras (38, 39 e 40) nos auxiliaram na identificação de qual componente dos vetores impulsionam a infração. No item proximidade da linha, quanto mais próximo, mais atuante dentro da análise, assim, a faixa de 50m foi dada o maior peso no processo. A situação econômico/social não é possível determinar com precisão por meio das imagens a classe social, contudo é possível inferir mediante a tipologia das construções, arruamento e estrutura dos imóveis o estrato da sociedade ao qual pertence à população que habita o local. Em vista disso, entendendo que as classes menos favorecidas tendem a incorrer com maior frequência na prática, o *cluster* que apresentou a associação de menor renda, escolaridade e maior densidade demográfica, foi adotado como mais atuante no processo de invasão. Consequentemente, a hierarquia dos critérios teve como ponto inicial a habitação subnormal e as áreas não construídas; a faixa de 50m mais próxima a LT; e o *cluster* de menor condição socioeconômica.

Alves e Alves (2013) ao enumerar os princípios que devem orientar a hierarquia, apontam a estruturação do problema:

O problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos, de modo que possibilite uma melhor avaliação e compreensão. Uma hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total que também facilita o processo de raciocínio humano. Assim, um problema deve ser estruturado em hierarquias de modo que possibilite uma melhor avaliação e compreensão. (ALVES e ALVES, 2013, p. 4).

As variáveis adotadas nesta investigação expressam uma qualidade e, mesmo quando numéricas, em algum passo do trabalho sofrem alterações e são convertidas em qualitativas. A emissão de juízo de valor sobre algo é uma tarefa difícil, tal ato pode levar a equívocos e injustiças irreparáveis. A necessidade de somar ou sobrepor variáveis qualitativas agrava ainda mais a questão. A dificuldade de realizar a tarefa levou a hierarquizar e atribuir um valor regressivo para cada variável. Isto foi feito com base relevância da variável dentro de cada um dos critérios, já descrito neste item.

A tabela a seguir apresenta os pesos ordenados e associado a cada variável dentro do respectivo critério.

Tabela 9 – Pesos atribuídos as variáveis

Faixas de Proximidade		Clusters		Uso do Solo	
		Sócioeconômicos			
Faixa A	5	Baixo	5	Aglomerado Subnormal e Área não construída	5
Faixa B	4	Médio-Baixo	4	Habitação de baixo padrão	4
Faixa C	3	Médio	3	Habitação de médio padrão / Indústria, Comércio e Serviço	3
Faixa D	2	Médio-Alto	2	Habitação de alto padrão	2
Faixa E	1	Alto	1	Institucionais	1

Fonte: Elaboração do autor

4.1.8 A técnica de *overlays*

De acordo com o *ArcGis*, software SIG utilizado neste trabalho, a análise com *overlays* é um grupo de metodologias aplicadas na otimização de seleção de lugares ou adequação de modelagem. É uma técnica para ser utilizada em produtos de mesma escala, com entrada de dados diversos e desiguais com vistas a uma análise integrada.

Os overlays são úteis para uma série de tarefas tais como:

- Definir um problema
- Separar um problema em partes ou em submodelos
- Determinar camadas significantes
- Reclassificar ou transformar dados dentro de uma camada
- Inserir pesos nas camadas
- Adicionar ou combinar camadas
- Realizar análises

No caso em estudo duas dessas tarefas serão úteis para o desenvolvimento do trabalho, a inserção de pesos e a combinação de camadas. A figura 40 apresenta um esquema ilustrativo da técnica de overlay com as camadas definidas para o estudo.

Figura 41 – Esquema de produção de *overlays*
Fonte: Elaboração do autor

Seguindo o raciocínio da técnica de *overlay* foram produzidos mapas nas camadas propostas que serão apresentados no item de aplicação do modelo.

4.2 Materiais e equipamentos

4.2.1 Imagens

O mapeamento do uso do solo foi realizado por meio das imagens do projeto Mapeia São Paulo/2010. Ao todo foram utilizadas imagens de três mosaicos da nomenclatura Brasil ao milionésimo.

- SF-23-Y-C-III-3-SE
- SF-23-Y-C-III-4-SO
- SF-23-Y-C-III-4-SE

4.2.2 Dados

A lista dos setores censitários com os respectivos dados utilizados para a análise consta no anexo 01.

4.2.3 Software e Hardware

Para execução deste trabalho foi empregado o *software ArcGis* versão 10.3. Este sistema é composto por vários programas e um conjunto de ferramentas que possibilita diversos tipos de análises espaciais, além de contar com módulos de edição que permite realização de mapeamentos variados. O *Microsoft Excel* foi usado para realização de tabela, gráficos e diversos cálculos. O *Microsoft Word* utilizado para a editoração e o *SPSS* na geração dos *Clusters*.

De acordo como a IBM, empresa produtora do *SPSS Statistics*:

é uma família integrada de produtos que ajuda a operar o processo analítico inteiro, desde o planejamento e a coleta de dados até a análise, o relatório e a implementação. Com mais de uma dúzia de módulos totalmente integrados para escolher, é possível localizar os recursos especializados necessários para aumentar a renda, vencer os concorrentes e tomar decisões melhores.

.

4.3 Aplicação – o caso da linha Anhanguera-Guarulhos

4.3.1 Localização da Área de Estudo

Com a finalidade de testar a viabilidade do modelo desenvolvido para a pesquisa buscou-se identificar uma LT em que as características fossem próximas as da proposta. Assim, deveria apresentar um traçado em que nos seus arredores estivessem contido o maior número de variáveis identificadas tidas como pertinentes para a análise e que possibilitasse a sequência de etapas a serem executadas dentro do modelo proposto. Seguindo este raciocínio foi selecionada a LT Anhanguera-Guarulhos. Trata-se de uma linha de transmissão de energia elétrica sob concessão da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica de São Paulo (CTEEP), tensão de 345 kV. O nome se deve por partir da subestação Anhanguera, também sob concessão da CTEEP, localizada às margens da Rodovia Anhanguera na zona Oeste, perpassa por toda a zona norte e chega à subestação Guarulhos (Distrito do Tremembé-SP), sob concessão de Furnas Centrais Elétrica S.A. Percorre aproximadamente 21,5 quilômetros no sentido noroeste-norte da cidade de São Paulo.

Figura 42 – Mapa de localização da área de estudo

Fonte: Elaboração do autor

Os mapas a seguir apresentam os resultados do processo indicado no modelo proposto para o trabalho.

Figura 43– Mapa de uso do solo da área de estudo
 Fonte: Elaboração do autor

Figura 44 – Mapa de *Cluster* da área de estudo
 Fonte: Elaboração do autor

Figura 45 – Mapa de Faixas de 50m a partir da faixa de passagem da área de estudo
 Fonte: Elaboração do autor

Figura 46 – Mapa de propensão à ocupação irregular da faixa da LT Anhanguera-Guarulhos
Fonte: Elaboração do autor

5 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS E DA METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta para distinguir diferentes graus de propensão à ocupação irregular das faixas de passagem apresenta uma nova forma de abordagem. Isto ocorre porque fraciona a faixa e centra a análise nas variáveis localizadas fora da faixa.

A proposição de separar a faixa de passagem em duas partes – rural e urbano – pareceu bastante pertinente, pois como foi demonstrado nas figuras 24 e 25 há uma enorme diferença entre as variáveis em cada uma dessas áreas.

O direcionamento do olhar para as variáveis posicionadas do lado externo da faixa foi ponto importante, visto que, a infração só vai ocorrer com presença dos homens e todas e as contradições.

Quanto aos critérios admitidos para o entendimento e apreensão do problema, a questão socioeconômica associada às áreas próximas das linhas atenderam adequadamente ao modelo.

A solução encontrada para conferir diferentes níveis de influência (faixas de 50m) para a área definida no estudo foi acertada considerando que a pressão tende a aumentar à medida que a urbanização se aproxima da linha.

O recurso da *Cluster Analise* se mostrou adequado ao modelo proposto, já que ao longo do trabalho ficou claro que o motivação é sobretudo de ordem socioeconômica.

O mais importante do modelo proposto em relação aos trabalhos já produzidos com o tema está na antecipação da ocorrência, enquanto as pesquisas feitas se preocupam em encontrar áreas com invasões consolidadas, este trabalho procurou identificar áreas possivelmente geradoras da infração. Isto se mostra bastante positivo, pois permite as concessionárias desenvolver uma forma de gestão específica para as áreas e que evite o problema.

A figura 44 ilustra o resultado obtido com a classificação dentro da amostra analisada. Foram escolhidos para a demonstração setores distintos para exemplificar o resultado do procedimento.

O Setor destacado com alta importância, considerando a amostra (A), está situado no bairro do Mandaqui. Ao comparar com a imagem do uso solo (B), com tipologia de uso típica de alto padrão, casas amplas com equipamentos de lazer como piscinas, percebe-se a coerência do resultado. Da mesma forma, o outro extremo, os com baixa importância corroboram a adequação do procedimento. A diferença entre os setores de média-baixa e baixa é sutil, mas perceptível. Enquanto no setor com baixa importância apresenta total irregularidade no arruamento, no setor com média-baixa importância é visível a simetria das quadras e melhorias do padrão construtivo.

Figura 47 – Comparação do resultado da *Cluster Análise*
Fonte: Elaboração do autor

O resultado obtido com a sobreposição dos mapas e a relevância dos critérios frente ao problema revelaram bastante adequados (fig. 46). Por meio das diversas gradações podem-se ver os diferentes graus de propensão à ocupação irregular de acordo com o proposto no trabalho.

Ao comparar a letra A nas duas imagens em uma área institucional (fig. 48), percebe-se os diferentes graus de tendência indicado pela ordenação das cores. Isto se explica pela influência exercida pelas faixas e cluster, já que esta tipologia de uso do solo tem peso 1.

Os resultados obtidos onde estão localizadas as letras B e C reforçam a afirmação feita sobre o ocorrido com o posicionamento de A. A menor propensão de B se deve, sobretudo, ao uso e ocupação do solo residencial horizontal de baixo padrão e, de maneira decisiva, as faixas que de acordo com o proposto exercem influência desigual. Já a letra C, localizada em área marcada com a presença de aglomerados subnormais, encontra-se nos níveis mais altos de propensão a ocupação irregular, pois recebeu os maiores pesos no julgamento das classes de usos e dos clusters, assim, a divisão em níveis resultante da análise é atribuída a gradação de interferência das faixas.

Figura 48 – Comparação do resultado da *Cluster Análise*
 Fonte: Elaboração do autor

O método de mapear o uso e ocupação do solo, por meio da identificação direta da imagem pelo analista, atendeu as necessidades do trabalho. Contudo, alguns ajustes são necessários para que se possam evitar possíveis equívocos em trabalhos futuros. A definição das classes de forma mais precisa e direcionada para o objetivo buscado é fundamental para se chegar a resultados mais precisos. Exemplo dessa necessidade é a classe Área não construída considerada no trabalho. A figura 46 ilustra a necessidade de correções e desmembramento dessa classe, a área transparente mapeada como Área não construída, que tem peso máximo para o critério de uso do solo, gerou um ruído no modelo e puxou a classe para os níveis mais altos de propensão à ocupação irregular.

Ao analisar a área sem transparência na imagem 49 e comparar com a legenda, verifica-se a existência de níveis que vão de 8 a 12 em uma escala até 15, muito alto para uma região com baixa ocupação. A menor quantidade de pessoas residindo nas

proximidades, menor a propensão de ocorrência da infração. Soma-se a isso o fato de serem terrenos cercados e com pouca edificação, o que indica algum tipo de domínio e reduz ainda mais a possibilidade de existir uma invasão da faixa de passagem das linhas de transmissão.

A razão pela qual esta classe não foi desmembrada desde o início da pesquisa reside na disponibilidade de imagens com qualidade, tamanho do pixel que forma a imagem, foram utilizadas as imagens do Mapeia São Paulo com resolução de 1m, isto é, a menor unidade que forma a imagem tem o tamanho de 1m², mesmo estando dentro da classificação de alta resolução é no mínimo muito difícil para um analista distinguir um terreno com cercas ou muro com esta qualidade, seriam necessárias imagens com qualidade de 0,2m² para permitir a divisão da classe em algo como áreas não construídas e controladas e simplesmente áreas não construídas.

Figura 49 – Áreas com terrenos sem construções
Fonte: Elaboração do autor

Embora a metodologia proposta esteja focada em indicar possíveis locais onde possa ocorrer ocupação irregular da faixa de passagem, foi procurado certificar a eficácia do modelo por meio da identificação de ocorrência da infração no local estudado com o objetivo de confrontar o modelo. Esta aferição ficou prejudicada devido à quase ausência de invasões na faixa da linha estudada, foram encontrados apenas três indícios de infração. Contudo, pode-se dizer que a metodologia aponta para o foco certo quando se pretende encontrar áreas com propensão à ocupação irregular das faixas de passagens de linhas de transmissão de energia em ambiente urbano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base para a aplicação da metodologia proposta para o trabalho de associar as tipologias de uso e ocupação do solo aos diversos estratos sociais por meio de *cluster* análise e as áreas adjacentes à faixa de passagem das linhas de transmissão foi considerado satisfatório, visto que permitiu identificar áreas com maior tendência para ocorrer ocupação irregular.

As diversas fases e procedimentos aplicados na metodologia com vistas ao resultado buscado tiveram um desfecho adequado, pois permitiram distinguir, mapear e espacializar as áreas com maior propensão à ocupação irregular.

Os objetivos indicados também foram alcançados. Num primeiro momento, a meta de discutir e auxiliar nos estudos sobre o tema teve êxito à medida que durante todo o trabalho foi discutida, questionada e apontada uma direção para entender o problema. Referente à identificação de variáveis com possibilidade de aplicação para investigar a propensão à ocupação irregular, há que se destacar o seccionamento em urbano e rural, as variáveis do uso e ocupação do solo, *clusters* – socioeconômicos e densidade demográfica –, a graduação dos buffers a partir da faixa com 50m de distância, e o posicionamento das variáveis – lado externo da faixa. Todos podem ser aplicados na investigação de propensão à ocupação irregular de qualquer de faixa de passagem, pois são características universais e tendem a se comportar da mesma maneira onde quer que seja. A respeito da meta de gerar segmentação espacial, o desfecho foi convincente, pois por meio das diversas técnicas identificadas para realização das tarefas foi possível construir um mapa de propensão da ocupação irregular da faixa de passagem.

Ainda que tenha sido considerada eficaz a maneira encontrada para abordagem da questão no decorrer da execução do trabalho, foram identificados alguns ajustes necessários para a melhoria dos resultados.

As razões, princípios, condições e aspectos a serem considerados na realização de um próximo trabalho serão descritos no próximo item.

7 INDICAÇÕES E SUGESTÕES A SEREM CONSIDERADAS EM UM PRÓXIMO TRABALHO

O cálculo da densidade demográfica realizado em toda a área do Setor Censitário prejudica a análise, pois existem setores com vazios populacionais. Esta situação dissimula a amostra, dando uma falsa ideia de área com baixa densidade. Certamente a aplicação de métodos mais precisos, como por exemplo, o dasimétrico, poderia nos fornecer um resultado muito mais preciso.

O meio encontrado para dar pesos às variáveis merece atenção especial, pois a emissão de juízo de valor sobre uma determinada variável pode conduzir a erros e consequentemente chegar a falsos resultados. Durante o inventário do material para a realização da pesquisa, foram encontrados alguns métodos de hierarquização de variáveis qualitativas que podem conferir maior acurácia ao modelo, como por exemplo, a Análise Hierárquica de Processos (AHP) desenvolvida pelo matemático Saaty, que conta com uma série de mecanismos para avaliar se a aplicação dos pesos indicada pelo analista foi adequada.

O nível de escolaridade da população por Setor Censitário é outro fator que aumentaria a veracidade da amostra. Como não foi identificada essa variável nas tabelas do Censo Demográfico de 2010, foi utilizado para a cidade de São Paulo a média do Distrito onde se localiza o setor, e para a cidade de Osasco foi usado uma média geral do município. Tal qual dito para a densidade demográfica, este tipo de amostra encobre a realidade e resulta em um falso positivo.

O tamanho da amostra utilizada para realização do estudo – apenas uma faixa de passagem – também não traduz toda a complexidade envolvida no tema. Faz-se necessário uma amostragem muito maior para afirmar a relação direta entre as variáveis consideradas e a ocorrência da infração. Talvez um estudo que envolva toda a Região Metropolitana de São Paulo seja suficiente para tal confirmação.

Pesa ainda sobre a questão a falta de acesso aos bancos de dados a respeito das ocupações irregulares, de posse das empresas. É sabido da existência desses bancos de dados, como foi visto nas palestras do ENIF citadas no decorrer do trabalho. Esse

acesso permitiria medir com eficácia a proposta ao associar os lugares onde ocorreram ou ocorrem as ocupações irregulares com os pontos com maior propensão indicados no modelo.

Por fim a apresentação dos mapas finais em modelos interpolados com gradação do fenômeno concede ao trabalho maior facilidade de leitura e interpretação, além de apresentar um aspecto visual mais adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL – Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília, 2008, 236 p. 3ª edição.

_____ Banco de informações de geração, BIG. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>, Acesso em 15/02/14

_____ Biblioteca/Glossário, Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/glossario.cfm>, Acesso em 15/02/14

_____ CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO – CEDOC-ANEEL. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/cedoc.cfm>

ALVES, J. R. X. ALVES, J. M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP) Prod. vol. 25 no.1 São Paulo jan./mar. 2015.

ARAÚJO, E. H. G; KUX, H. J. H. Identificação de áreas com propensão à edificação no bairro Belvedere em Belo Horizonte utilizando sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 de abril de 2005, INPE, p. 3642-3468.

ARAÚJO, Inês L. Introdução a Filosofia da Ciência. 3a ed. Curitiba, UFPR, 2003, 233, p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA-ABRADEE. Disponível em: www.abradee.com.br Acesso em 16/05/14

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5422: “Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - procedimento”, ABNT, Março, 1985.

BARROSO, L. V.; MACHADO, R. P. P.; LUCHIARI, A.; QUEIROZ FILHO, A. P.; Dasymetric mapping of socioeconomic data of the city of Sao Paulo: First approach.

Conference Paper, 2011. Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Reinaldo_Perez_Machado/publication/262185380_DASYMETRIC_MAPPING_OF_SOCIOECONOMIC_DATA_OF_THE_CITY_OF_SAO_PAULO_FIRST_APPROACH/links/0c960536ef72d7f290000000.pdf

BORGES, M.S.; SALES, G.M.; SILVA JÚNIOR, O.G.; SOARES JÚNIOR, A. V.; Sensoriamento remoto aplicado às faixas de servidão da linha Tucuruí-Vila do Conde (PA) entre as Cidades de Tucuruí e Tailândia. Disponível em:
www.aneel.gov.br/biblioteca/citenel2007/pdf/it87.pdf

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24623.htm

BRASIL. Medida Provisória nº 579, de 11 de setembro de 2012. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/mpv579.htm

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de fevereiro de 1995. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9427cons.htm

BRASIL. Lei nº 8.987, de 26 de dezembro de 1996. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/8987cons.htm

BRASIL. Lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9433.htm

BRASIL. Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19648compilada.htm

BRASIL. Lei nº 10.448, de 15 de março de 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/10.448.htm

BRASIL. Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/ato-2004-2006/2004/lei/10.847.htm

BRASIL. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Disponível em:

www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/ato-2004-2006/2004/lei/110.848.htm

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Portaria nº 349, de 28 de novembro de 1997.

Disponível em: www.aneel.gov.br/cedoc/bprt199734

BRASIL. Medida Provisória nº 1.531-18, de 29 de abril de 1998. Disponível em:

www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/Antigas/1531-18.htm

BRASIL. Decreto nº 35.851, de 16 de julho 1954. Regulamenta o art. 151, alínea c, do Código de Águas. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/dec195435851.pdf>

BRIASSOULIS, Helen. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling

Approaches. Regional Research Institute, West Virginia University, 1999. Livro online

disponível em: <http://www.rri.wvu.edu/Webbook/Briassoulis/contents.htm>

BRODY, H. et al. Map-making and myth-making in Broad Street: the London cholera epidemic, 1854. Lancet (London, England), v. 356, n. 9223, p. 64–68, 1 jul. 2000.

CAIN, N. L.; NELSON, H. T. What drives opposition to high-voltage transmission lines? Land Use Policy, v. 33, p. 204–213, jul. 2013.

CAMARGO, C. Celso de Brasil. Transmissão de energia elétrica: Aspectos Fundamentais. Florianópolis. Editora da UFSC. Eletrobrás, 1984.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. Introdução à ciência da Geoinformação. INPE. São José dos Campos, 2001. Disponível em:

mtc-m12.sid.inpe.br/attachment.cgi/sid.inpe.br/sergio/.../publicacao.pdf

CAPUTO, G. A. S. Um estudo de planejamento da expansão da transmissão em sistemas de potência considerando a incerteza. 2009. 75 f. Dissertação, (Mestrado em Engenharia Elétrica) Universidade de Brasília, Brasília.

CAVALCANTE, J. A.; QUEIROZ, T. de M. Experiências CPFL. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE INVASÕES DE FAIXA NAS LINHAS DE TRANSMISSÃO. Recife. 2010, p. 1 – 19

CHRISTOPHERSON, R. W. Geossistema uma introdução à Geografia Física; tradução Francisco E. Aquino. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2012, 7ª edição, 728 p.

CLARO, R. T.; PINTO, J. K .C.; CORRERA, F.S.; BARBOSA, C.;SOUZA, A.; KIKUCHY, D. Y.; MASUDA, M. Desenvolvimento de sistema de segurança patrimonial aplicado a linhas de transmissão de energia elétrica, 2006. Disponível em <http://www.cteep.com.br>

COPEL - Glossário industrial e comercial. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F0%2FC8C0FB31C7B9BD93032573F700549161>

CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista. Disponível em: <http://www.cteep.com.br>

CUCCO, Júlia; OLIVEIRA, Francisco H. Modelo de propensão a ocupações irregular em linhas de transmissão de energia elétrica. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, no 30, p. 107-120, 2011.

CUCCO, Júlia; BOSCATTO, Flávio; OLIVEIRA, Francisco H.; SANTO, Mariane A. D. Modelo de avaliação de potencial de risco a invasão em faixas de servidão de linhas de transmissão de energia elétrica. Disponível em: http://egal2009.easyplanners.info/area04//4037_Cucco_Julia.pdf

CUCCO, Júlia. Gestão territorial em faixas de servidão de linhas de transmissão propensas à invasão utilizando lógica difusa. 2011. 115 p. Dissertação, (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, - UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina.

DAVIS, C.; CÂMARA, G. Arquitetura de sistemas de informação geográfica in CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. Introdução à ciência da geoinformação. INPE. São José dos Campos, 2001. Disponível em: mtc-m12.sid.inpe.br/attachment.cgi/sid.inpe.br/sergio/.../publicacao.pdf

DNAEE/MME-Departamento de Águas e Energia Elétrica/Ministério das Minas e Energia. Sistema de gestão sócio-patrimonial – SGSP. Relatório Técnico. Brasília, 1997.

ELLIOTT, P.; WADLEY, D. The impact of transmission lines on property values: coming to terms with stigma. *Property Management*, v. 20, n. 2, p. 137–152, 1 maio 2002.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE - Anuário de energia elétrica.
Disponível em: www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.asp?categoriaID=363,
Acesso em 03/02/14

____ BEN – Balanço energético nacional. Disponível em:
www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.asp?categoriaID=347, Acesso em 15/02/14

____ Relatório final do PDE (Volumes I e II). Disponível em:
www.epe.gov.br/pdee/forms/epeestudo.aspx, Acesso em 10/07/14

EPTE - Engenharia e Planejamento em Transmissão de Energia. Disponível em:
<http://www.epte.com.br>

FERNANDES, J. H.M. Experiência Internacional sobre o uso e ocupação de Faixa de Passagem de Linhas aéreas de transmissão. In: ENCONTRO NACIONAL DE INVASÕES DE FAIXAS DE SERVIDÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO. Pernambuco. 2010. p. 1 – 31

FERREIRA, M. C. Considerações teórico-metodológicas sobre as origens e a inserção do Sistema de Informação Geográfica na Geografia. In: VITTI, A. C. – Contribuições à história e epistemologia da Geografia. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006, p. 101-125.

FUCHS, R D. Transmissão de energia elétrica: Linhas aéreas; Teoria das linhas em regime permanente. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, Itajubá, Escola Federal de Engenharia, 1997.

FURBY, L.; SLOVIC, P.; FISCHHOFF, B.; and GREGORY; R. Electric Power Transmission Lines, Property Values, and Compensation: *Journal of Environmental Management*, 1988.

GORDON, J. A. Energy: physical, environmental, and social impact. Ed. Pearson Education, San Francisco, 2006, 3ª edição, 674 p,

GOLDERBERG, J. Energia no mundo, política energética e crise de desenvolvimento, Org. BRANCO, Adriano M. Editora Paz e Terra. São Paulo, 2002.

GOLDEMBERG, J; LUCON O. Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos Avançados 21 (59) 2007.

HAIR Jr. J. F, et al. Análise multivariada de dados: tradução Adonai S. Sant'Ana. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2009, 6ª edição, 688 p.

HAMILTON, S. W.; SCHWANN, G. M. Do High Voltage Electric Transmission Lines Affect Property Value? Land Economics, v. 71, n. 4, p. 436–444, 1995.

HEYMANN, Y. Corineland cover technicalguide. Colaboração de Chris Steenmans, Guy Croisille e Michel Bossard. Luxembourg: Statistical Office oftheEuropeanCommunities - Eurostat, 1994. 136 p.

IBGE - Manual técnico de uso da terra. 3a Ed. Rio de Janeiro, 2013, 171,pp

JAEHNERT, S. et al. Transmission expansion planning in Northern Europe in 2030—Methodology and analyses. Energy Policy, v. 61, p. 125–139, out. 2013.

JARDINI, M. G. M.; JARDINI, J. A.; CAMPOS, U. S.; MAGRINI, L.C.; QUINTANILHA, J. A.; Use of geo-referencedimages for the surveillance of transmission lines right-of- way. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004.IGARSS '04. Proceedings. 2004 IEEE International. V. 6.Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=1369974>

JENSEN, J. R. Sensorimanto remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres; tradução Epiphanio, J. C. N. et al. Ed. Parêntese, São José dos Campos, 2009, 598 p.

KAISER, Edward J.; GODSCHALK, David R.; CHAPIN, F Stuart. Urbanland use planning. Urbana: Universityof Illinois Press, 1995.

KELMAN, J. et al. Hidroeletricidade p. 507-541. In: REBOUÇAS, A. et al. Águas doces no Brasil: capital, uso ecológico e conservação. s. l.: Escrituras, 2006. 748p.

KROLL, C. A.; PRIESTLEY, T. The effects of overhead transmission line on property values: A review and analysis of the literature. Prepared for the sitting and enviromental planning task force of the Edison Electric Institute, Washington, DC, 1991.

LABEGALINI, P. R.; LABEGALINI, J. A.; FUCHS R. D.; ALMEIDA, M. T. Projetos mecânicos das linhas aéreas de transmissão. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1992, 3ª reimpressão, 2012.

LAVANDOSCKI, R. Gestão de faixa de passagem de LT's: Experiência de Empresa - CTEEP. In: ENCONTRO NACIONAL DE INVASÕES DE FAIXAS DE SERVIDÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO. Pernambuco. 2010. p. 1 - 22

LEITE, A. D. A energia do Brasil. Ed. Lexikon, Rio de Janeiro, 2014, 624 p. 3ª edição.

LIGHT. Gestão das Faixas de Segurança de LTs - Experiência LIGHT. In: ENCONTRO NACIONAL DE INVASÕES DE FAIXAS DE SERVIDÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO. Pernambuco. 2010. p. 1 - 40.

LIMA, A. R. Análise e gestão de riscos das ocupações de faixas de linhas de transmissão: estudo de caso da Vila Alta Tensão. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas - UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto.

LIMA, A. L. Sensoriamento remoto no estudo e planejamento de linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação – CTG – Universidade Federal do Pernambuco.

LOCH, C. A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. Ed. da UFSC, Florianópolis, 2008, 5 edição, 103 p.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David, J.; RHIND, David W. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2013, 340 p.

MACHADO, R. P. P. Um modelo geoespacial de uso do solo e demografia. O caso do município de São Paulo. 2000, 234 f. Tese (Doutorado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo.

MACHADO, L. M. C. P.; CASTRO, V. H. C.; MARTINS, E. S. M.; MARTINS, I. S.; PARREIRAS, E. M. M. F. Percepção de linhas de transmissão de alta tensão em áreas urbanas. Departamento de Geografia, IGCE, UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil.

MARQUES, M. L.; FERREIRA, M. V.; RIEDEL; Monitoramento de faixa de dutos: uma abordagem que utiliza técnica de detecção de mudanças e imagens de alta resolução espacial. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 38, n. 3, p. 455-473, set./dez. 201

MATTOS, Paulo Todescan Lessa. A Formação Do Estado Regulador. Novos Estudos. - CEBRAP n.76. São Paulo Nov. 2006.

MÁXIMO, V. S. Gestão das Faixas de Gestão das Faixas de LTsLTs Experiência Eletrobr Experiência Eletrobrá ás s Eletrosul. In: ENCONTRO NACIONAL DE INVASÕES DE FAIXAS DE SERVIDÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO. Pernambuco. 2010. p. 1 – 34.

MOREIRA, C. G. Q. Geografia da Energia no Brasil, 2015. 172 f. Dissertação, (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico - Sistema Interligado Nacional, Disponível em http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx

PIRES, L. F. de A. Gestão ambiental da implantação de sistemas de transmissão de energia elétrica, Estudo de caso: Interligação Norte/Sul I, 2005, 142 f. Dissertação, 142 f. (Mestrado em Ciência Ambiental) - Departamento de Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense.

PRIESTLEY, T.; EVANS, G. W. RESIDENT PERCEPTIONS OF A NEARBY ELECTRIC TRANSMISSION LINE. Journal of Environmental Psychology, v. 16, n. 1, p. 65–74, 1 mar. 1996.

ROGERSON, P. A. Métodos estatísticos para geografia: um guia para o estudante. tradução Paulo F. B. Carvalho, José I. R. Rigotti. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2012, 3ª edição, 348 p.

RODRIGUES, M. Constatações sobre projetos SIG. In: IV Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, 1997, Anais, EPUSP - Laboratório de Geoprocessamento, 1997. p. 629-636.

SANTOS, Milton. Metamorfose do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia. São Paulo, EDUSP, 6ª edição, 2014.

SILVA, Ardemório de B. Sistema de Informações Georreferenciadas - Conceitos e Fundamentos. Campinas, Ed. da UNICAMP, 2003, 240 p.

SILVA, C. R; PACHECO, A. da Penha; VALENTE, S. Análise de dados SRTM e imagens CBERS 2b na identificação de áreas susceptíveis à ocupação irregular em faixa de servidão de linha de transmissão de energia elétrica. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 n. 2 mai-ago. 2014, p. 128–136.

SMANIO, G. J. Gestão das Faixas de Segurança de LTs - Experiência de Furnas. In: ENCONTRO NACIONAL DE INVASÕES DE FAIXAS DE SERVIDÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO. Pernambuco. 2010. p. 1 – 20.

SOINI, K. et al. Local residents' perceptions of energylandscape: the case of transmission lines. Land Use Policy, v. 28, n. 1, p. 294–305, jan. 2011.

SOLLITTO, Ciliane M. Leucemias e proximidades de residências a linhas de energia na cidade de São Paulo. 2009. 108 f. Tese, (Doutorado em Medicina) - Fisiopatologia Experimental, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo.

TOLMASQUIM, Maurício T.; GUERREIRO, Amílcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. Novos estudos -CEBRAP nº79 São Paulo Nov. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300003&script=sci_arttext

VIEIRA, Isabela S. Expansão do Sistema de Transmissão de Energia Elétrica no Brasil, 2009, 69 f. Dissertação (Mestrado em Energia Elétrica) - Departamento de Energia Elétrica, Universidade de Brasília.

WORLD ENERGY COUNCIL. World Energy Resources: 2013 Survey Summary, 28 p. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/publication/2013/world-energy-resources-2013-survey>

WOSNY Guilherme C.; OLIVEIRA, Francisco H.; DAL SANTO, Mariane A. Geotecnologias com Subsídio ao Gerenciamento das Linhas de Transmissão de Energia Disponível em: www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Guilherme/tcc_guilherme.pdf

XAVIER DA SILVA, J. Metodologia de Geoprocessamento. Revista de Pós-Graduação em Geografia-UFRJ, v.1, 1997, p. 25-34.

ANEXOS

ANEXO 01 - Tabela de dados dos setores censitários utilizada para cálculos dos *clusters*

Distrito	Município	Código do Setor	Área m ²	Número de Moradoes	Renda Média	Densidade Média	Média Escolaridade Distrito	Densidade Hab/área
OSASCO	OSASCO	353440105000657	512910	828	602,33	0,001614	10,9	16
OSASCO	OSASCO	353440105000660	15095	414	669,61	0,027426	10,9	274
OSASCO	OSASCO	353440105000661	15573	525	395,3	0,033712	10,9	337
OSASCO	OSASCO	353440105000662	39650	858	945,15	0,021639	10,9	216
OSASCO	OSASCO	353440105000720	656266	1026	798,66	0,001563	10,9	16
OSASCO	OSASCO	353440105000721	624291	602	551,75	0,000964	10,9	10
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000182	1893	851	648,7	0,449551	6,2	4496
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000183	3901	1000	715,42	0,256345	6,2	2563
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000186	19439	999	431,78	0,051392	6,2	514
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000187	21899	735	497,32	0,033563	6,2	336
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000188	37704	1486	420,21	0,039412	6,2	394
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000189	30344	1192	507,51	0,039283	6,2	393
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000190	10481	306	534,78	0,029196	6,2	292
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000191	30713	866	356,52	0,028197	6,2	282
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000192	31667	785	514,55	0,024789	6,2	248
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000195	85657	1441	708,47	0,016823	6,2	168
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000086	23068	665	614,04	0,028828	6,2	288
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000087	23784	1036	615,32	0,043559	6,2	436
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000088	163795	54	580,54	0,00033	6,2	3
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000092	25493	1190	454,33	0,046679	6,2	467
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000097	25180	911	571,93	0,03618	6,2	362
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000137	91078	1769	602,93	0,019423	6,2	194
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000138	32792	919	718,04	0,028025	6,2	280
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000139	31368	585	547,33	0,01865	6,2	187
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000140	44525	3183	578,33	0,071488	6,2	715
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000141	10068	443	425,1	0,044001	6,2	440
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000142	12103	615	483,53	0,050814	6,2	508
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000143	18777	950	498,95	0,050594	6,2	506
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000144	8215	363	515,34	0,044187	6,2	442
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000145	54292	1177	474,7	0,021679	6,2	217
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000146	21194	1093	406,3	0,051571	6,2	516
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000147	14506	707	395,25	0,048738	6,2	487
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000149	33732	855	410,47	0,025347	6,2	253
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000166	20075	549	492,72	0,027347	6,2	273
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000167	31001	842	313,43	0,02716	6,2	272
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000168	38207	862	464,68	0,022561	6,2	226
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000169	25098	552	530,05	0,021994	6,2	220
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000170	8509	552	530,05	0,064872	6,2	649

BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000171	39612	969	484,58	0,024462	6,2	245
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000172	30156	1138	567,34	0,037737	6,2	377
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000173	10032	475	391,55	0,047348	6,2	473
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000174	36950	918	625,86	0,024844	6,2	248
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000176	36158	1013	560,95	0,028016	6,2	280
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000177	41010	1355	589,78	0,033041	6,2	330
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000178	74777	1356	630,69	0,018134	6,2	181
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000179	27061	1132	456,16	0,041831	6,2	418
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000180	36812	961	538,33	0,026106	6,2	261
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000181	113602	819	496,22	0,007209	6,2	72
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000200	34960	857	555,02	0,024514	6,2	245
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000201	50137	1348	594,73	0,026886	6,2	269
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000202	28054	1155	528,43	0,041171	6,2	412
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000203	41217	600	574,33	0,014557	6,2	146
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000206	19492	535	457,26	0,027447	6,2	274
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000207	68987	369	642,6	0,005349	6,2	53
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000208	24349	668	547,2	0,027434	6,2	274
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000209	15122	772	482,97	0,051051	6,2	511
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000210	65115	1104	419,86	0,016955	6,2	170
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000218	35184	893	519,33	0,025381	6,2	254
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000219	162537	709	225	0,004362	6,2	44
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000227	33345	1433	414,67	0,042975	6,2	430
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000228	45144	684	174,29	0,015152	6,2	152
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000243	26344	882	534,01	0,03348	6,2	335
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000247	14636	603	503,07	0,0412	6,2	412
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000248	70012	659	702,5	0,009413	6,2	94
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000250	8631	302	430,48	0,03499	6,2	350
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000251	12025	422	440,01	0,035094	6,2	351
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000252	34714	306	750,4	0,008815	6,2	88
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000253	28142	693	480,64	0,024625	6,2	246
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000255	69934	1461	319,66	0,020891	6,2	209
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000263	184034	442	498,81	0,002402	6,2	24
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000264	161717	442	498,81	0,002733	6,2	27
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000268	757793	178	368,4	0,000235	6,2	2
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000291	65064	1547	610,66	0,023777	6,2	238
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000299	10827	719	461,15	0,066408	6,2	664
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000300	13584	466	571,37	0,034305	6,2	343
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000301	5964	219	772,87	0,03672	6,2	367
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000306	17419	948	520,1	0,054423	6,2	544
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000307	9260	383	545,78	0,041361	6,2	414
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000308	21690	897	526,83	0,041355	6,2	414
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000309	33162	618	504,05	0,018636	6,2	186
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000312	34945	874	556,33	0,025011	6,2	250
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000313	9460	311	415,82	0,032875	6,2	329
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000318	40847	660	513,58	0,016158	6,2	162

BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000319	69547	2076	495,36	0,02985	6,2	299
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000320	22013	789	595,69	0,035842	6,2	358
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000324	26302	940	481,9	0,035739	6,2	357
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000325	15338	755	430,09	0,049224	6,2	492
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000327	9870	449	251,88	0,045491	6,2	455
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000332	113151	2523	625,04	0,022298	6,2	223
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000334	21461	153	290,24	0,007129	6,2	71
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000338	9648	339	395,58	0,035137	6,2	351
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000339	87353	2847	390,85	0,032592	6,2	326
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000343	70791	201	429,57	0,002839	6,2	28
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000346	15472	235	433,67	0,015189	6,2	152
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000350	39565	349	254,57	0,008821	6,2	88
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000352	4020	50	655,35	0,012438	6,2	124
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000353	16526	50	655,35	0,003026	6,2	30
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000367	6875	151	502,09	0,021964	6,2	220
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000368	10958	599	446,49	0,054663	6,2	547
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000369	6764	420	396,63	0,062093	6,2	621
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000370	9065	340	401,76	0,037507	6,2	375
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000371	2912	158	431,13	0,054258	6,2	543
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000373	12905	632	187,25	0,048973	6,2	490
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000374	16916	830	483,05	0,049066	6,2	491
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000375	25336	1032	588,85	0,040733	6,2	407
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000377	8340	562	340,29	0,067386	6,2	674
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000378	25264	162	410,16	0,006412	6,2	64
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000381	9900	451	611,27	0,045556	6,2	456
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000382	3143	58	457,84	0,018454	6,2	185
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000383	3732	159	404,93	0,042605	6,2	426
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000384	32538	1345	495,16	0,041336	6,2	413
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000385	23056	669	430,35	0,029016	6,2	290
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000386	8329	547	329,29	0,065674	6,2	657
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000387	929	153	336	0,164693	6,2	1647
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000388	14191	328	341,43	0,023113	6,2	231
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000389	9489	143	536,55	0,01507	6,2	151
BRASILÂNDIA	SÃO PAULO	355030811000390	11114	464	628,26	0,041749	6,2	417
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000124	21629	397	534,72	0,018355	6,7	184
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000127	22169	662	468,76	0,029862	6,7	299
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000152	609924	152	2215,04	0,000249	6,7	2
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000154	47701	895	401,47	0,018763	6,7	188
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000170	5331	669	841,77	0,125492	6,7	1255
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000171	994508	669	841,77	0,000673	6,7	7
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000172	31309	836	310,36	0,026702	6,7	267
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000173	4355700	836	310,36	0,000192	6,7	2
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000174	26240	527	284,44	0,020084	6,7	201
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000175	7898	763	284,16	0,096607	6,7	966
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000187	6034	175	682,09	0,029002	6,7	290

CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000200	30561	599	877,08	0,0196	6,7	196
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000211	12993	222	535,61	0,017086	6,7	171
CACHOEIRINHA	SÃO PAULO	355030813000212	131367	222	535,61	0,00169	6,7	17
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000136	277296	962	528,46	0,003469	6,6	35
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000137	328474	660	681,93	0,002009	6,6	20
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000020	115714	489	752,67	0,004226	6,6	42
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000046	587296	1166	998,37	0,001985	6,6	20
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000162	95212	468	964,89	0,004915	6,6	49
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000163	143749	748	669,47	0,005204	6,6	52
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000232	464754	78	430,66	0,000168	6,6	2
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000239	81688	510	555,7	0,006243	6,6	62
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000242	133185	886	958,74	0,006652	6,6	67
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000250	16799	63	648,36	0,00375	6,6	38
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000251	235746	63	648,36	0,000267	6,6	3
JARAGUÁ	SÃO PAULO	355030842000286	19747	494	524,06	0,025016	6,6	250
MANDAQUI	SÃO PAULO	355030851000128	217141	128	708,38	0,000589	8,6	6
MANDAQUI	SÃO PAULO	355030851000143	1510356	657	1586,83	0,000435	8,6	4
MANDAQUI	SÃO PAULO	355030851000144	2654405	657	1586,83	0,000248	8,6	2
MANDAQUI	SÃO PAULO	355030851000165	695897	392	3164,89	0,000563	8,6	6
MANDAQUI	SÃO PAULO	355030851000168	67757	582	1531,09	0,00859	8,6	86
MANDAQUI	SÃO PAULO	355030851000169	43908	582	1531,09	0,013255	8,6	133
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000061	20368	898	368,56	0,044089	7,3	441
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000091	82593	537	1072,49	0,006502	7,3	65
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000142	52877	1017	853,85	0,019233	7,3	192
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000143	40643	615	941,77	0,015132	7,3	151
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000144	59961	577	1122,42	0,009623	7,3	96
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000153	64112	1472	1772,22	0,02296	7,3	230
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000154	30665	652	1763,98	0,021262	7,3	213
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000155	138731	1356	1815,13	0,009774	7,3	98
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000156	180768	783	1045,57	0,004332	7,3	43
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000157	76728	508	927,23	0,006621	7,3	66
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000160	952468	500	651,97	0,000525	7,3	5
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000161	160734	1311	777,06	0,008156	7,3	82
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000162	19534	167	565,32	0,008549	7,3	85
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000163	29609	939	560,87	0,031713	7,3	317
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000164	7425	174	366,82	0,023434	7,3	234
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000165	58388	1420	555,35	0,02432	7,3	243
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000166	29027	759	625,64	0,026148	7,3	261
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000167	72704	798	815,66	0,010976	7,3	110
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000170	40066	729	609,98	0,018195	7,3	182
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000174	437846	737	582,75	0,001683	7,3	17
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000210	40591	707	1320,59	0,017418	7,3	174
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000211	21594	239	654,85	0,011068	7,3	111
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000215	120663	718	1207,29	0,00595	7,3	60
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000217	24730	671	544,03	0,027133	7,3	271

PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000219	28789	446	756,86	0,015492	7,3	155
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000220	28523	467	1074,91	0,016373	7,3	164
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000221	21677	232	540,8	0,010703	7,3	107
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000233	165820	0	0	0	7,3	0
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000234	1505336	282	545,25	0,000187	7,3	2
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000238	76881	51	1525,74	0,000663	7,3	7
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000242	15237	488	599,98	0,032027	7,3	320
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000244	13109	265	562,61	0,020215	7,3	202
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000246	16720	265	562,61	0,015849	7,3	158
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000256	10575	110	314,78	0,010402	7,3	104
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000257	11255	474	497,51	0,042115	7,3	421
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000258	13040	696	369,55	0,053374	7,3	534
PIRITUBA	SÃO PAULO	355030863000266	13316	450	598,5	0,033794	7,3	338
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000104	28092	336	484,19	0,011961	7,1	120
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000105	31594	919	646,11	0,029088	7,1	291
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000106	22501	760	564,98	0,033776	7,1	338
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000107	51376	1218	763,61	0,023708	7,1	237
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000116	58829	1126	585,19	0,01914	7,1	191
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000117	71849	559	721,15	0,00778	7,1	78
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000118	17187	438	527,32	0,025484	7,1	255
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000119	82898	1061	631,52	0,012799	7,1	128
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000120	32794	1010	612,45	0,030798	7,1	308
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000128	89826	363	1430,28	0,004041	7,1	40
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000129	48574	216	560,66	0,004447	7,1	44
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000143	19313	629	581,45	0,032569	7,1	326
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000144	60171	454	1023,14	0,007545	7,1	75
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000151	3494862	53	3615,22	0,000015	7,1	0
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000210	817606	10	1245	0,000012	7,1	0
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000212	199585	479	863,12	0,0024	7,1	24
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000215	1056751	377	679,62	0,000357	7,1	4
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000217	688904	1427	674,08	0,002071	7,1	21
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000218	212557	633	606,04	0,002978	7,1	30
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000220	47704	1470	557,69	0,030815	7,1	308
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000221	37503	1172	389,66	0,031251	7,1	313
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000227	115561	901	494,92	0,007797	7,1	78
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000257	278430	24	2317,5	0,000086	7,1	1
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000260	24111	17	662,31	0,000705	7,1	7
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000261	9689	17	662,31	0,001755	7,1	18
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000262	394960	17	662,31	0,000043	7,1	0
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000266	552144	92	642,68	0,000167	7,1	2
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000268	1662991	91	651,59	0,000055	7,1	1
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000283	208609	1448	496,27	0,006941	7,1	69
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000284	31291	8	351,43	0,000256	7,1	3
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000286	581593	127	785,68	0,000218	7,1	2
TREMEMBÉ	SÃO PAULO	355030881000295	67717	1999	522,3	0,02952	7,1	295

TREMembé	SÃO PAULO	355030881000299	54894	60	915,96	0,001093	7,1	11
TREMembé	SÃO PAULO	355030881000315	11857	421	595,57	0,035506	7,1	355
TREMembé	SÃO PAULO	355030881000317	26961	1007	333,41	0,03735	7,1	374
TREMembé	SÃO PAULO	355030881000321	16829	435	614,98	0,025848	7,1	258
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000062	132726	1581	858,47	0,011912	7,8	119
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000063	161060	766	701,42	0,004756	7,8	48
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000064	40443	533	792,84	0,013179	7,8	132
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000067	541923	739	940,09	0,001364	7,8	14
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000068	602472	135	455,45	0,000224	7,8	2
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000069	68313	949	490,15	0,013892	7,8	139
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000070	30428	1872	408,25	0,061522	7,8	615
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000071	41895	687	599,6	0,016398	7,8	164
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000072	21024	690	391	0,03282	7,8	328
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000076	141350	1531	144,1	0,010831	7,8	108
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000077	60461	1032	648,06	0,017069	7,8	171
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000080	22769	585	618,61	0,025693	7,8	257
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000081	54459	1226	349,45	0,022512	7,8	225
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000086	84456	217	706,46	0,002569	7,8	26
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000087	29862	9	560	0,000301	7,8	3
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000106	98595	954	532,95	0,009676	7,8	97
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000107	31762	203	727,7	0,006391	7,8	64
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000109	43419	560	370,79	0,012898	7,8	129
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000111	89017	707	589,54	0,007942	7,8	79
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000113	54501	935	522	0,017156	7,8	172
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000116	160949	2630	708,92	0,016341	7,8	163
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000122	21133	446	535,87	0,021104	7,8	211
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000123	3928	44	588,38	0,011202	7,8	112
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000124	5787	410	495,82	0,070848	7,8	708
SÃO DOMINGOS	SÃO PAULO	355030895000125	20657	485	369,84	0,023479	7,8	235

ANEXO 02 - Tabela do processamento dos *clusters*

Cluster Membership							
Case Number	Cod_Setor	Cluster	Distance	Case Number	Cod_Setor	Cluster	Distance
10	3,55031E+14	3	0,534985285	54	3,55031E+14	2	79,4180162
192	3,55031E+14	2	0,863073814	118	3,55031E+14	3	80,0980038
227	3,55031E+14	3	1,419046461	45	3,55031E+14	3	80,1592376
36	3,55031E+14	3	1,601933773	130	3,55031E+14	3	80,9880038
53	3,55031E+14	3	2,675743432	131	3,55031E+14	3	80,9880075
109	3,55031E+14	3	3,249027246	244	3,55031E+14	3	81,2561543
13	3,55031E+14	2	4,078023278	116	3,55031E+14	3	81,9292117
239	3,55031E+14	2	5,727748698	37	3,55031E+14	3	83,7091845
74	3,55031E+14	3	6,543441088	240	3,55031E+14	3	83,8399315
40	3,55031E+14	2	6,660752589	247	3,55031E+14	3	84,7898414
99	3,55031E+14	3	8,144380327	185	3,55031E+14	3	85,0745164
26	3,55031E+14	3	10,06795695	150	3,55031E+14	3	86,0644855
243	3,55031E+14	2	13,11027507	176	3,55031E+14	3	86,1804551
48	3,55031E+14	2	13,5739526	72	3,55031E+14	3	86,2231822
144	3,55031E+14	2	13,71269448	164	3,55031E+14	3	87,8044355
119	3,55031E+14	3	14,13808207	173	3,55031E+14	3	89,410364
66	3,55031E+14	3	14,61887871	194	3,55031E+14	2	90,4926775
236	3,55031E+14	2	15,56750657	178	3,55031E+14	3	90,6303366
64	3,55031E+14	2	19,53439985	78	3,55031E+14	3	91,1590874
20	3,55031E+14	3	20,08298313	35	3,55031E+14	2	91,327318
224	3,55031E+14	2	20,60387662	145	3,55031E+14	1	91,5662696
94	3,55031E+14	3	20,95680581	146	3,55031E+14	1	91,5662696
41	3,55031E+14	3	22,84641598	55	3,55031E+14	3	92,5790697
102	3,55031E+14	3	23,49629709	14	3,55031E+14	3	92,7090687
138	3,55031E+14	3	23,96207931	167	3,55031E+14	2	93,6474976
65	3,55031E+14	3	24,14616943	117	3,55031E+14	2	93,7571992
112	3,55031E+14	3	24,27614647	32	3,55031E+14	2	96,1570846
87	3,55031E+14	3	24,53611091	166	3,55031E+14	2	96,3728408
93	3,55031E+14	3	25,05603162	89	3,55031E+14	2	96,9770473
68	3,55031E+14	3	26,02184181	6	3,5344E+14	3	97,2210198
86	3,55031E+14	3	27,28166416	46	3,55031E+14	3	98,1030364
56	3,55031E+14	3	28,35153305	49	3,55031E+14	3	100,398985
67	3,55031E+14	2	28,40226374	165	3,55031E+14	3	100,730097
104	3,55031E+14	3	28,43152161	139	3,55031E+14	3	101,078
17	3,55031E+14	3	28,91146417	81	3,55031E+14	3	101,708972
16	3,55031E+14	3	29,5254154	206	3,55031E+14	3	103,068978
187	3,55031E+14	3	29,57144699	216	3,55031E+14	3	103,193008
29	3,55031E+14	3	29,9613348	234	3,55031E+14	2	103,404904
179	3,55031E+14	1	30,47377649	235	3,55031E+14	3	105,178324
132	3,55031E+14	2	30,66175723	237	3,55031E+14	3	105,384288
43	3,55031E+14	3	34,41493041	197	3,55031E+14	3	106,038953
57	3,55031E+14	3	34,76490166	163	3,55031E+14	3	106,249987
174	3,55031E+14	2	34,84778662	33	3,55031E+14	3	106,32893
228	3,55031E+14	3	35,54666406	8	3,55031E+14	2	106,696651
148	3,55031E+14	1	35,83362875	222	3,55031E+14	2	107,032676
149	3,55031E+14	1	35,83362902	7	3,55031E+14	2	107,976602
24	3,55031E+14	3	38,10061913	181	3,55031E+14	3	107,989955
82	3,55031E+14	3	38,80459928	182	3,55031E+14	3	107,989956

ANEXO 03 – Tabela de resultado das iterações dos *clusters*

com 25 iterações

Initial Cluster Centers					
Cluster					
	1	2	3	4	5
RendaMedia	1531,09	763,61	0	2317,5	3615,22
DensidHab	0,013254988	0,023707568	0	8,62E-05	1,5165E-05
EscolarMedia	8,6	7,1	7,3	7,1	7,1

Iteration Historya					
Change in Cluster Centers					
Iteration	1	2	3	4	5
1	4,835332248	169,2301021	297,1143199	51,23039	225,166249
2	87,27987	22,22229719	57,86664422	0	0
3	24,59309147	13,65531926	25,90692296	0	0
4	23,01920997	12,84457352	20,47290993	0	0
5	0	6,947756482	8,19275431	0	0
6	0	6,089360589	6,731566982	0	0
7	23,01920997	12,88250417	9,354788122	0	0
8	0	9,499139049	7,769887627	0	0
9	24,59309147	8,381703422	3,87364823	0	0
10	0	7,885714089	5,593948593	0	0
11	0	7,076958915	4,474124082	0	0
12	0	4,359255603	2,702019377	0	0
13	26,18353379	4,069621099	0	0	0
14	30,02561598	5,517569127	0,916272732	0	0
Maximum a	15	0	4,628674429	2,740098058	0
	16	0	1,572674438	0,913068316	0
	17	0	0	0	0

a. Convergence achieved due to no or small change in cluster centers.
The maximum absolute coordinate change for any center is ,000. The current iteration is 17.
The minimum distance between initial centers is 763,610.

ANEXO 04 – Tabelas de testes e resultados dos *clusters*

Reliability
Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	247	100
	Excludeda	0	0
	Total	247	100

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,001797573	3

Item Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
RendaMedia	640,9304	398,5176	247
DensidHab	0,025679	0,037306	247
EscolarMedia	6,878138	0,894568	247

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
RendaMedia	6,903817	0,786897	0,269532	-0,03748
DensidHab	647,8085	159012,6	-0,16693	0,002459
EscolarMedia	640,956	158811,3	0,274202	-6,2E-05

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

Scale Statistics				
Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items	
647,8341809	159007,6	398,7576	3	
ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square
Between People		13038624	246	53002,54
Within People	Between It	66922839	2	33461419
	Residual	26030373	492	52907,26
	Total	92953212	494	188164,4
Total		1,06E+08	740	143232,2

Grand Mean = 215,94472698