

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**AVALIAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS SOBRE OS ECOSISTEMAS NATURAIS,
DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO LONDRINA
(PR) – ARARAQUARA (SP), NO SUB-TRECHO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE BOA
ESPERANÇA DO SUL E ARARAQUARA (SP).**

Carlos Augusto de Sousa Martins Filho

SÃO CARLOS – SP

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**AVALIAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS SOBRE OS ECOSISTEMAS NATURAIS,
DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO LONDRINA
(PR) – ARARAQUARA (SP), NO SUB-TRECHO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE BOA
ESPERANÇA DO SUL E ARARAQUARA (SP).**

Carlos Augusto de Sousa Martins Filho

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências (Ciências Biológicas) na Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS – SP

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M386ad

Martins Filho, Carlos Augusto de Sousa.

Avaliação de danos ambientais sobre os ecossistemas naturais, decorrentes da implantação da linha de transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP), no sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul e Araraquara (SP) / Carlos Augusto de Sousa Martins Filho . -- São Carlos : UFSCar, 2012.

108 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Ecologia. 2. Impacto ambiental. 3. Laudos periciais. 4. Perícias ambientais. 5. Compensação ambiental. 6. EIA - RIMA. I. Título.

CDD: 574.5 (20^a)

Carlos Augusto de Sousa Martins Filho


**AVALIAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS SOBRE OS ECOSISTEMAS NATURAIS,
DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO LONDRINA
(PR) – ARARAQUARA (SP), NO SUB-TRECHO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE BOA
ESPERANÇA DO SUL E ARARAQUARA (SP)**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 30 de novembro de 2011

BANCA EXAMINADORA

Presidente



Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires
(Orientador)

1º Examinador



Prof. Dr. José Eduardo dos Santos
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



Profa. Dra. Maria Inês Salgueiro Lima
PPGERN/UFSCar

3º Examinador



Prof. Dr. Jozrael Henriques Rezende
Fundação Paula Souza/Jaú-SP

4º Examinador



Prof. Dr. Paulo Sérgio Marotti
UFS/Aracajú-SE

À DEUS, que com sua infinita bondade permitiu que apesar de todos os problemas de saúde, eu conseguisse finalizar o meu doutorado e educar meus filhos dentre outras coisas.

À memória dos meus queridos pais, Carlos e Araci, que ao longo da vida souberam mostrar aos seus filhos a importância da família, da educação e da ciência. As três gerações da família (filho, netos e bisnetos) continuam unidas até os dias de hoje e sempre tomando como referência os seus ensinamentos.

E a memória de minhas irmãs Maria Lucia (Lulu) e Maria de Jesus (Nega), obrigado por tudo que vocês fizeram pela minha formação e pelo imenso carinho.

À minha amada mulher Maria de Lourdes e aos meus adoráveis filhos, Graziella, Camila, Mariana e Gustavo.

À minha neta Mina Sofia e ao meu genro Burak-Bekat pela alegria que vocês trouxeram a minha vida.

Aos meus irmãos Therezinha, Mariazinha, Ribamar, Maria Theresa e Maria Cecília pelo apoio constante em toda a minha vida.

A Universidade Pública Brasileira, aqui representada pela Universidade Federal de Viçosa, pela USP – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e pela Universidade Federal de São Carlos, instituições responsáveis pela minha formação profissional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta tese de Doutorado jamais seria possível sem a participação de um conjunto de pessoas que ao longo dos três últimos anos me auxiliaram nas mais diversas e variadas formas. Tenho certeza que vou omitir algumas, tantas foram aquelas que de alguma forma se envolveram no presente trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, não somente pela sua orientação segura, como também pela sua amizade e confiança, mas principalmente por ter acreditado na possibilidade de realização desse trabalho.

Ao prof. Dr. José Eduardo dos Santos, pelas suas inúmeras sugestões, pelo seu incentivo constante ao longo dos anos, mostrando de forma cristalina a importância da conclusão dos meus estudos de pós-graduação.

Ao grande amor da minha vida Maria de Lourdes, pelo seu apoio efetivo, pelo seu incentivo constante, pelo carinho, pela ajuda, pelos seus cuidados e principalmente pela enorme paciência nos meus inúmeros momentos de estresse. Tenho certeza que sem você não chegaria ao final e como não poderia de ser estes agradecimentos são estendidos aos nossos queridos filhos, Gustavo e Mariana que também sofreram as consequências desse período estressante.

A Dra. Roseli Machado dos Santos, pessoa incrível em todos os sentidos pela sua ajuda inestimável em diversas fases do presente trabalho. Rose você foi simplesmente fabulosa. Meus eternos agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Moschini pela sua participação no meu exame de qualificação e pelas suas sugestões. Tive a honra de acompanhar o seu crescimento profissional em nossa Instituição e tenho certeza que com sua competência e juventude galgará diversos degraus rumo ao topo.

A Profa. Dra. Adriana Catojo Rodrigues Pires por suas sugestões decorrentes do exame de qualificação.

Ao prof. Dr. João Juarez Soares pela excelência do trabalho de identificação das espécies e outras atividades relacionadas aos levantamentos de campo e pelo convívio amigo durante tantos anos.

A Dra. Denise Aparecida Avelar Juíza Federal da Primeira Vara da Justiça Federal de Araraquara – SEÇÃO JUDICIÁRIA DE SÃO PAULO pela minha nomeação como perito judicial na Ação Civil Pública 2005.61.20.005638-3 o que possibilitou a realização do presente trabalho.

Ao Primeiro Tenente da Policia Militar Ambiental Leandro José Oliveira pelos ensinamentos e pela paciência no acompanhamento dos trabalhos em campo e principalmente pela amizade construída ao longo dos últimos anos

À Policia Militar Ambiental na pessoa do Cel. Milton Sussumu Nomura, do Tenente Cel. Gilmar Ogawa e dos capitães Luiz Gustavo Biagioni e Luciano Fraga Maciel pelo apoio nas atividades relacionadas a Pericias Ambientais desenvolvidas por nós na Universidade Federal de São Carlos, pela confiança e pela amizade.

Aos componentes do Primeiro Pelotão da Quarta Companhia do Quarto Batalhão da Policia Militar Ambiental, pelo suporte às atividades operacionais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) pela oportunidade, infraestrutura e apoio.

Aos servidores técnico-administrativo do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN), João Augusto da Silva Afonso, Roseli Aparecida Gonçalves, Maria Elizabeth Guimarães Moreira e Maria das Graças Pereira Paravani, pelo coleguismo no atendimento de diversas dúvidas e principalmente pela paciência.

A ATE TRANSMISSORA DE ENERGIA S/A. na pessoa do senhor Fabio André Spier pelo conjunto de informações fornecidas e pelas verdadeiras aulas sobre Sistemas de Transmissão de Energia.

A profa. Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri, minha primeira orientadora no PPGERN. Infelizmente graves problemas de saúde ocorridos em 2004 obrigaram-me a abandonar o Programa.

Aos amigos e amigas do Centro de Ciências Agrárias (*campus* de Araras) e em especial do Departamento de Biotecnologia Vegetal e Produção Animal do CCA por tantos anos de convívio. Em especial à Chefia do DBVPA e do seu Conselho Deliberativo pelas facilidades concedidas para a finalização dos meus estudos de pós-graduação.

Aos amigos do LAPA (Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (*campus* de São Carlos) pela acolhida.

A profa. Dra. Thais Collet, minha ex-companheira do Núcleo de Perícias e Gestão Ambiental (NUPEASA) pela auxílio na revisão inicial do presente trabalho.

Aos professores Doutores José Mario Braga, Roberto Ferreira de Novais, Nairam Felix de Barros e Víctor Hugo Alvarez Venegaz do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição à minha formação profissional e pela amizade durante tantos anos.

Ao pessoal do Departamento de Transportes da UFSCar e da FAI-UFSCar pelo apoio nos inúmeros deslocamentos.

Aos servidores técnico-administrativos do Departamento de Produção Gráfica da UFSCar pela amizade e pelo apoio.

Aos meus ex-alunos dos cursos de graduação da UFSCar (Engenharia Agrônômica, Engenharia de Produção, Engenharia Florestal e Análise e Gestão Ambiental) e dos cursos de Extensão em Educação e Gestão Ambiental dos *campi* de São Carlos e Araras pelo convívio durante quase décadas e pela troca constante de conhecimento.

A todos que no passado e no presente contribuíram e contribuem para que o meu desenvolvimento, profissional, acadêmico e pessoal seja sempre utilizado em benefício da sociedade.

A vida é um combate; que aos fracos
abate, e que aos bravos e fortes só faz
exaltar. In: **Canção do Tamoio**

Minha terra tem palmeiras, onde canta o
Sabiá; as aves, que aqui gorjeiam, não
gorjeiam como lá.

Nosso céu tem mais estrelas, nossas
várzeas têm mais flores, nossos bosques
têm mais vida, nossa vida mais amores.

In: Canção do exílio

**Gonçalves Dias. Poeta maranhense.
1823/1864**

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO GERAL	24
	2.1. Objetivos Específicos	24
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
	3.1. Caracterização da Área de Estudo	25
	3.2. Procedimentos Metodológicos	30
	3.2.1. Análise Ambiental da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).....	30
	3.2.2. Caracterização dos usos e cobertura da terra da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).....	32
	3.2.3. Elaboração de Laudo Pericial.....	34
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
	4.1. Análise Ambiental da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).	38
	4.1.1. Hipsometria	38
	4.1.2. Declividade.....	40
	4.1.3. Hidrografia	44
	4.2. Caracterização dos Usos e Cobertura da Terra da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).	46
	4.3. Elaboração de Laudo Pericial	55
5.	CONCLUSÕES	96
6.	REFERÊNCIAS	98

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1. Localização geográfica da Linha de Transmissão Londrina (PR) - Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP).....26
- Figura 2. Carta temática das Classes Hipsométricas (metros) presentes na Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).....39
- Figura 3. Carta temática representando a declividade presente na Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).....41
- Figura 4. Carta Temática representando a hidrografia da Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP). Em detalhe os principais rios.45
- Figura 5. Tipos de usos e cobertura da terra presentes na faixa de 3 km, determinada a partir da Linha de Transmissão Londrina (PR) - Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP), no ano de 2011.47
- Figura 6. Fotografia aérea identificando pastagens, culturas agrícolas e vegetação nativa no entorno de uma das torres de transmissão.55
- Figura 7. Fotografia identificando a base da Torre autoportante 228/2, localizada na fazenda Java.59
- Figura 8. Fotografia aérea identificando a torre de transmissão autoportante 228/2, visualizando-se a picada de serviço (área de supressão vegetal).....60
- Figura 9. Fotografia identificando o interior da picada de serviço da torre de transmissão autoportante 228/2, com sinais de recuperação por processos de sucessão ecológica em estágio inicial de regeneração. ..60

Figura 10. Fotografia identificando o interior da picada de serviço da torre de transmissão autoportante 228/2, evidenciando a saturação do solo por água, o que caracteriza esta área como uma APP.	61
Figura 11. Fotografia identificando a torre de transmissão autoportante 219/1, localizada na Fazenda Pedra Branca, evidenciando a condição de declividade que caracteriza esta área como uma APP.	62
Figura 12. Fotografia identificando uma das picadas de serviço da torre de transmissão autoportante 219/1. Nela a interferência da implantação da LT sobre a vegetação foi minimizada pela existência de uma antiga trilha.	62
Figura 13. Fotografia identificando as condições da vegetação no entorno da base da torre de transmissão autoportante 219/1.	63
Figura 14. Fotografia identificando as condições de uma das picadas de serviço da torre de transmissão autoportante 219/1, evidenciando o plantio de citrus na parte mais elevada da propriedade.	63
Figura 15. Fotografia aérea identificando a torre de transmissão autoportante 210/1, localizada na Fazenda Flecha Azul I.	64
Figura 16. Fotografia aérea evidenciando a supressão permanente da vegetação na base da torre de transmissão autoportante 210/1.	64
Figura 17. Fotografia aérea evidenciando a inserção da torre de transmissão autoportante 210/1 em área de Cerrado (cerradão), nas proximidades da sede da Fazenda Flecha Azul I.	65
Figura 18. Fotografia aérea da torre de transmissão autoportante 203/2, localizada na Fazenda Paraíso.	66
Figura 19. Fotografia aérea evidenciando a supressão permanente da vegetação de Cerrado (cerradão), realizada na base da torre de transmissão autoportante 203/2.	66

Figura 20. Fotografia evidenciando a picada de serviço da torre de transmissão autoportante 203/2. É possível perceber o baixo nível de regeneração, provavelmente em função do trânsito de pessoas e veículos.	67
Figura 21. Fotografia evidenciando a supressão permanente da vegetação do tipo Cerrado (cerradão) na trilha de serviço da torre de transmissão autoportante 203/2.	67
Figura 22. Fotografia evidenciando a vegetação no entorno da base da torre de transmissão autoportante 203/2.	68
Figura 23. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão autoportante 212/2, localizada na Fazenda Santa Maria.	68
Figura 24. Fotografia evidenciando a vegetação de gramíneas na base da torre de transmissão autoportante 212/2.	69
Figura 25. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão autoportante 211/2, localizada na Fazenda Forquilha. Esta torre está inserida em meio a vegetação de Cerrado (cerradão), às margens de um carreador de acesso.	70
Figura 26. Fotografia aérea da localização das torres de transmissão autoportantes 204/1 a 205/2, localizadas na Fazenda Pântano, todas inseridas em meio a vegetação de Cerrado (cerradão).	71
Figura 27. Fotografia aérea evidenciando a base de uma das torres de transmissão autoportantes localizadas na Fazenda Pântano.	72
Figura 28. Fotografia aérea evidenciando a sequência de torres de transmissão autoportantes instaladas na Fazenda Pântano, bem como o paralelismo entre a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), e a LT da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista. Em detalhe as diferenças na supressão vegetal entre as duas LT.	72

Figura 29. Fotografia evidenciando a condição da vegetação da picada de serviço entre as torres de transmissão autoportantes 204/1 e 205/2, localizadas na Fazenda Pântano.	73
Figura 30. Fotografia evidenciando a presença de animais no Cerrado (cerradão) onde estão inseridas as torres de transmissão autoportantes 204/1 a 205/2, localizadas na Fazenda Pântano.....	74
Figura 31. Fotografia evidenciando rastros de animais no carreador ao lado do cerrado da Fazenda Pântano.....	75
Figura 32. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão estaiada 217/2, localizada na Fazenda Boa Esperança, em meio a plantação de citrus.....	75
Figura 33. Fotografia aérea evidenciando a passagem dos cabos de transmissão, oriundos da torre de transmissão estaiada 217/2, sobre área com vegetação nativa.	76
Figura 34. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão autoportante 215/1, localizada na Fazenda Indianópolis entre uma área de Cerrado (cerradão) e uma área de citricultura.....	77
Figura 35. Fotografia aérea de localização da torre de transmissão autoportante 200/1, localizada na Fazenda Flórida.....	78
Figura 36. Fotografia aérea de localização da torre de transmissão autoportante 200/1, evidenciando sua inserção na Área de Proteção Permanente do rio Jacaré-Pepira.	78
Figura 37. Fotografia evidenciando a picada de serviço da torre de transmissão autoportante 200/1, localizada na Fazenda Flórida.....	79
Figura 38. Fotografia evidenciando a vegetação no entorno da base da torre de transmissão autoportante 200/1, localizada na Fazenda Flórida.	79
Figura 39. Fotografia de localização da torre de transmissão estaiada 214/2, localizada na Fazenda Forquilha.....	80

- Figura 40. Fotografia aérea evidenciando o paralelismo entre a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), e a LT da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista.....83
- Figura 41. Fotografia evidenciando a diferença entre os tipos de supressão vegetal entre a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), e a LT da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista.....83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	População Residente no município de Boa Esperança do Sul nos anos de 1996, 2000, 2007 e 2010.....	27
Tabela 2.	População Residente no município de Araraquara nos anos de 1996, 2000, 2007 e 2010.	28
Tabela 3.	Dados do IBGE, referente ao ano de 2009, representando as principais atividades agropecuárias estabelecidas nos municípios de Araraquara e Boa Esperança do Sul, estado de São Paulo e Brasil.	29
Tabela 4:	Distribuição das classes de declividade, de acordo com a classificação, graus de limitação e considerações para cada uma das classes.....	42
Tabela 5.	Áreas (ha e %) das diferentes classes de uso e cobertura da terra para a faixa de segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do sul (SP) e Araraquara (SP) em 2011.	50
Tabela 6.	Localização geográfica das torres de transmissão da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).	58
Tabela 7.	Cobertura da terra e área (m ²) de vegetação suprimida na base das torres de transmissão da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).....	81
Tabela 8.	Porcentagem de cobertura vegetal nativa nas áreas intactas e nas trilhas ao longo da linha de transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).	87

- Tabela 9. Condição de regeneração da Formação Justafluvial nas parcelas amostradas na trilha e em área intacta. Comparação de dados entre trilha de serviço e área intacta, ao longo da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara(SP). Tamanho das parcelas das amostras: 3,5 x10 m.....88
- Tabela 10. Condição de regeneração da vegetação de Cerrado nas parcelas amostradas na trilha e na área intacta, ao longo da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara(SP).90

RESUMO

A intensificação dos usos antrópicos da terra, como a urbanização, a expansão de infraestrutura, a agricultura e o desmatamento vêm causando um declínio na biodiversidade e, conseqüentemente, nos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais ao bem-estar humano e na redução da pobreza. Como consequência do desenvolvimento econômico, em longo prazo, grande parte da vegetação natural da superfície terrestre global vem sendo convertida para usos antrópicos. Essas mudanças têm gerado impactos nos componentes e nos processos dos ecossistemas globais, resultando na perda da biodiversidade, flutuação dos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos e nas alterações climáticas. Atualmente, os países em desenvolvimento se veem às voltas com a dicotomia entre a escassez de recursos e a necessidade permanente de investimento em áreas vitais para o desenvolvimento econômico. E especificamente no caso da energia elétrica, o problema se apresenta de forma ainda mais relevante, uma vez que, sem energia elétrica, restringe-se sobremaneira a possibilidade de desenvolvimento, com severas implicações ao bem estar humano. Dentre as fontes primárias e secundárias de energia, a fonte hidráulica é, no Brasil, a que mais contribui para produção de energia elétrica, estando os locais produtores em regiões quase sempre distantes dos centros consumidores. Com isso são necessárias grandes extensões de linhas de transmissão (LT) e instalações para repartir e distribuir a energia nos centros de consumo. Por sua vez, a implantação de uma LT causa impactos relacionados ao campo elétrico e ao campo magnético gerados, além de exercer efeitos sobre os organismos, com destaque àqueles decorrentes das alterações provocadas pelo desmatamento das faixas de servidão sobre os processos bióticos e abióticos dos ecossistemas. Estes impactos resumem-se no desmatamento propriamente dito e ao seu efeito indireto, o efeito de borda, sobre as áreas de vegetação nativa adjacentes. Neste contexto, o presente trabalho abordou questões relacionadas com a implantação da Linha de Transmissão 525 kV entre Londrina (PR) e Araraquara (SP) e em especial os efeitos da sua implantação no sub-trecho Araraquara- Boa Esperança do Sul, e os impactos sobre a vegetação nas áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL). Para tanto foi elaborado um diagnóstico da condição uso e cobertura da terra da faixa de segurança desta LT, a fim de se identificar o comprometimento de sua implantação sobre os bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas. Por fim foi elaborado um Laudo Pericial, determinando os possíveis impactos ambientais sobre áreas de proteção ambiental (reserva legal – ARL e preservação permanente – APP), oriundos da implantação dessa linha de transmissão de energia elétrica.

Palavras-chave: bens e serviços ambientais; linhas de transmissão de energia elétrica; impactos ambientais; conservação da biodiversidade; áreas de preservação permanente; áreas de reserva legal; laudos periciais.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o desenvolvimento econômico estão conduzindo a rápidas mudanças nos ecossistemas globais. Como resultado do impacto das ações humanas sobre os ecossistemas naturais, houve uma degradação ou uso insustentável de cerca de 60% dos serviços dos ecossistemas avaliados (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Existem evidências de mudanças na biodiversidade e perda de espécies oriundas da modificação humana de paisagens naturais, particularmente pela conversão de áreas de florestas e cerrado em usos agropecuários, extração de madeira e expansão de infraestrutura (GEIST e LAMBIN 2002).

Mudanças na paisagem são consideradas como o resultado das interações entre os fatores socioeconômicos (antrópicos) e os ambientais (físicos) (FORMAN, 1995; ZONNEVELD, 1995). As atividades humanas em resposta aos fatores socioeconômicos definem os padrões de usos da terra e dos recursos naturais (IRWIN e GEOGHEGAN, 2001; BLASI et al., 2003).

A intensificação dos usos antrópicos da terra, como a urbanização, a expansão de infraestrutura, a agricultura e o desmatamento vêm causando um declínio na biodiversidade e, conseqüentemente, nos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais ao bem-estar humano e na redução da pobreza (DEFRIES et al., 2004; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; SATAKE e IWASA 2006; QUÉTIER et al., 2007). Como consequência do desenvolvimento econômico, em longo prazo, grande parte da vegetação natural da superfície terrestre global vem sendo convertida para usos antrópicos. Estas mudanças têm gerado impactos nos componentes e nos processos dos

ecossistemas globais, resultando na perda da biodiversidade, flutuação dos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos e nas alterações climáticas (TCHARNTKE et al., 2005; BILLETTER et al., 2008).

A atividade econômica é uma consequência do esforço humano para melhoria de seu bem-estar. Os resultados dessa atividade são determinados pela dotação de recursos naturais, incluindo os serviços dos ecossistemas (capital natural), o número e as habilidades dos seres humanos (trabalho e capital humano), o estoque de recursos construídos (capital manufaturado), e a natureza das instituições humanas formais e informais (capital social). Além dos resultados pretendidos, a atividade econômica também pode ter efeitos secundários, chamados externalidades, geralmente com consequências negativas para os ecossistemas (NELSON et al., 2006). Isto se deve em parte, à necessidade de expansão da infraestrutura física e institucional, que por sua vez geram impactos principalmente sobre os ecossistemas florestais (GEIST e LAMBIN, 2002; GEIST e LAMBIN, 2004).

As mudanças na cobertura florestal resultam em consequências tanto para o ser humano, quanto para as outras espécies, uma vez que as florestas proporcionam os serviços ecossistêmicos que estabilizam o clima, protegem espécies vegetais e animais e podem sequestrar grandes quantidades de carbono pela conversão em biomassa vegetal, além de preservarem a estrutura e função do ecossistema (MORAN e OSTROM, 2009)

Segundo o último Inventário Florestal da Vegetação Nativa do Estado de São Paulo divulgado em 2010, a cobertura de remanescentes de vegetação natural representava 17,5% da cobertura vegetal original nativa do estado, totalizando 4.343.000 ha (ZORZETTO, 2010). Do ponto de vista biológico, estes remanescentes constituem valiosas áreas de preservação e conservação de recursos naturais

vegetais, servindo de ponto de pouso, abrigo e alimentação para a fauna associada, moderadores de temperatura, estabilizadores de ribanceiras, auxiliando no tamponamento e filtragem, participando do ciclo de nutrientes, e evitando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático (RODRIGUES et al., 1992; SANTIN, 1999).

Em geral, os planos governamentais de desenvolvimento resultam em degradação florestal devido, principalmente, às iniciativas de abertura de vastas áreas para grandes projetos, como rodovias, oleodutos, gasodutos, hidrovias, etc.. Tais projetos, muitas vezes aprovados antes das avaliações dos custos ambientais, criam corredores entre áreas densamente povoadas e regiões remotas ainda conservadas, iniciando processos de colonização quase impossíveis de serem controlados e que trazem resultados desastrosos para os ecossistemas florestais (LAURANCE et al., 2001; LAURENCE e VASCONCELOS, 2009).

A degradação dos ecossistemas florestais no Brasil se deve, em parte, a rápida industrialização, experimentada a partir do pós-guerra, e a urbanização acelerada que se seguiu, não levando em conta os desequilíbrios de ordem socioeconômicas ou ambientais (MOSCHINI, 2008). No curso desse processo, reflexo das políticas desenvolvimentistas então vigentes, uma série de regras de proteção ao meio ambiente e ao cidadão foram desrespeitadas ou mesmo desconsideradas (LEAL et al, 2008)

Entre as décadas de 50 e 90, do século passado, a parcela da população brasileira que vivia em cidades cresceu de 36% para 75%. Atualmente, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, referentes ao censo de 2010, chegamos a 84% de população urbana. Não obstante os evidentes desequilíbrios ambientais decorrentes desse processo, os espaços urbanos não

receberam, na mesma proporção, a devida atenção por parte da mídia e dos governantes. Atualmente, cerca de 47% da população mundial vive em áreas urbanas e este número deverá subir para 60% até 2030 (UZOUKWU, 2010). Este crescimento urbano tem impactos profundos sobre os recursos hídricos, terras agrícolas e distribuição e consumo de energia.

Nos primeiros anos de industrialização brasileira, a prioridade do governo federal foi a ampliação da capacidade de geração e transmissão de energia. A expansão do setor elétrico foi marcada pela criação de diversas empresas estaduais de energia, culminando em 1962 na criação da Eletrobrás (MORTATI, ARGOLLO e FERRÃO, 2010).

Atualmente, os países em desenvolvimento se veem às voltas com a dicotomia entre a escassez de recursos e a necessidade permanente de investimento em áreas vitais para o desenvolvimento econômico. Especificamente no caso da energia elétrica, o problema se apresenta de forma ainda mais relevante, uma vez que, sem energia elétrica, restringe-se sobremaneira a possibilidade de desenvolvimento, com severas implicações ao bem estar humano (COSTA et al., 2001).

Em geral, a demanda de eletricidade é determinada principalmente por tarifas e pelo produto interno bruto (PIB), sendo definida como função de demanda. Em uma economia moderna a eletricidade, é uma entrada necessária no processo de produção e atividades diárias das pessoas não sendo, portanto, um simples bem. Como resultado, uma série de fatores importantes e, por vezes, compensatórios, alteram o padrão de demanda de energia elétrica (GELLINGS 1996). Portanto, os fatores que afetam as atividades econômicas e os padrões de consumo geram um importante impacto no consumo de eletricidade.

Apesar das vantagens ao desenvolvimento econômico, a geração de eletricidade traz consigo diversos custos sociais. Estes incluem os custos privados da geração e custos mais amplos que recaem sobre a sociedade devido aos impactos ambientais. O consumo de eletricidade também traz benefícios, porém estes podem ser expressos no mercado atual, como resultado da existência de diferentes níveis de demanda. Em contraste, alguns dos custos ambientais da produção de eletricidade não apresentam valores definidos, mas representam uma externalidade inerente à geração (ENVIRONMENT WAIKATO TECHNICAL SERIES, 2007).

A extração dos recursos naturais, produção de bens e geração de vários serviços que ajudam os seres humanos em suas sociedades complexas, e os consequentes impactos sobre o meio ambiente, não são facilmente descritos. E ainda, comparações entre diferentes opções em termos de suas vantagens e desvantagens são necessárias na tomada de decisões.

A fim de fazer uma comparação justa entre o desempenho ambiental de dois ou mais opções de fornecimento de electricidade deve-se considerar todos os impactos e o uso total de recursos para cada tecnologia durante sua vida inteira, além de relacionar as variáveis medidas para o serviço total fornecido durante esse período de tempo. Por exemplo, a fim de comparar o impacto ambiental de uma usina de energia eólica com o de uma usina de energia nuclear, é preciso levar em conta o fato de que a saída de eletricidade de uma usina nuclear é provavelmente muito maior do que aquele gerado a partir de uma única usina de energia eólica. Portanto, usualmente os impactos são expressos em relação ao total de serviço prestado.

Assim, a contribuição específica para o aquecimento da atmosfera é expressa como quantidade de gases de efeito estufa liberados no ar, geralmente transformados em equivalentes de dióxido de carbono, por unidade de energia produzida, ou seja, o equivalente a gCO_2/kWh . No entanto, mesmo se os impactos forem calculados por unidade de electricidade produzida (kWh), muitas vezes, a geração de energia pode gerar serviços adicionais ao sistema que não são contabilizados (THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2002).

Goldemberg e Villanueva (2003) ao tratarem da produção de electricidade destacam que ela é responsável por um terço do consumo de energia primária no mundo. Assinalam, ainda, que as tendências apontam para um aumento desta contribuição nas próximas décadas, tendo em vista que na época, 2 bilhões de pessoas não tinham acesso à electricidade. O que o leva a considerar que o desenvolvimento de programas de eletrificação é uma questão prioritária em todo o mundo.

Segundo Sandroni (2005) a diversificação do uso de energia eléctrica, produzida a partir de diferentes fontes, está associada ao grau de industrialização, bem-estar e desenvolvimento de um povo. Esta ideia é compartilhada por Goldemberg e Villanueva (2003) ao concluírem que nos países onde o consumo de energia *per capita* é inferior a uma tonelada equivalente de petróleo (TEP) por ano, as taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade são altas, e a expectativa de vida é baixa, portanto, ultrapassar essa barreira de consumo parece, apesar de não ser a única solução, representar um marco importante para o desenvolvimento e a mudança social.

Por outro lado, embora a quantidade de energia disponível em uma comunidade esteja diretamente relacionada com o seu grau de desenvolvimento, ela

deve representar apenas um parâmetro dessa avaliação, uma vez que, por se tratar de um dos recursos mais importantes no auxílio ao desenvolvimento de uma nação, a obtenção de energia não poderá por em risco as características inerentes ao ambiente e a natureza desta nação (BRANCO, 1990).

A evolução do setor energético não está ligada somente ao desenvolvimento social de uma região, mas também ao seu crescimento econômico. Assim, o setor energético, normalmente é desenvolvido através de políticas públicas cujos investimentos objetivam o crescimento econômico e a melhoria das condições de vida da população (FENZL et al., 2000).

Historicamente, a transformação das fontes de geração de energia, enquanto parte do desenvolvimento geral das forças produtivas, contribuíram para alterar as relações sociais de produção e as formas de ocupação e exploração do território (GARCIA, 2006).

“Os níveis de suprimento energético e a sua infraestrutura interagem bi univocamente com o desenvolvimento socioeconômico, e conseqüentemente impactam o meio ambiente e, portanto, a sua sustentabilidade” (UDAETA, 1997; INATOMI e UDAETA, 2007). A possibilidade de desenvolvimento sustentável no setor energético é, portanto dinâmica (por ser afetada por questões socioeconômicas, recursos e fontes, e meio ambiente), e implica em respostas das dimensões social, econômica, política e ambiental.

Dessa forma, uma política energética baseada no desenvolvimento sustentável deve considerar aspectos como: a garantia de suprimento através da diversificação das fontes, do emprego de novas tecnologias e da descentralização da produção de energia; o uso racional dos recursos; o custo mínimo da energia; custos reais da energia, contemplando os impactos sociais e ambientais, devido ao

represamento, extração, produção, transmissão e distribuição, armazenamento, e usos das energias negociadas no mercado, inclusive definindo métodos específicos de internalização (das externalidades) (UDAETA, 1997).

Várias são as fontes para obtenção de energia elétrica, entre elas as hidrelétricas, carvão, petróleo, fissão, biomassa, solar, eólica, geotérmica, fusão, hidrogênio, ondas, térmica das marés, marés, óleos vegetais, álcool, gás natural. Serão apresentados a seguir os impactos ambientais provenientes de termelétricas, hidrelétricas, energia eólica, e energia solar.

As últimas décadas do século 20 apresentaram uma mudança de condutas no que se refere às políticas públicas voltadas ao setor energético, e ao grau de consciência e exigência da população, frente às consequências ambientais da industrialização, do consumismo e do esgotamento dos recursos naturais. Neste contexto, o setor energético passa a ser muito visado, tanto pelos efeitos negativos ao meio ambiente e às populações causados por projetos de grande porte, quanto pelo desperdício e pela ineficiência de sua produção e uso, intrínseca ao setor.

Segundo o US National Policy Development Group (2001), a *eficiência energética* é a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados nesta energia. Este tema tem sido cada vez mais recorrente nas discussões sobre a demanda de energia em nível global e possui hoje um papel preponderante nas políticas mundiais de energia e de meio ambiente, em especial naquelas relacionadas às mudanças climáticas.

O aumento do consumo de energia vem se acentuando na maioria dos países desenvolvidos e em muitos países em desenvolvimento, tanto em função do crescimento populacional, quanto pela maior demanda das populações pelo uso da

energia. Existem duas preocupações centrais relacionadas a essa maior utilização de energia, a primeira refere-se à viabilização do atendimento dessa demanda crescente e, a outra, à sustentabilidade ambiental desse processo (MENDES, 2005). A maioria das agências ambientais dos países desenvolvidos e em desenvolvimento tem como uma das prioridades a serem solucionadas, os impactos ambientais negativos resultantes da produção e do uso da energia.

A grande mudança ocorrida no panorama energético mundial, cujos reflexos permanecem até os dias atuais, ocorreu no período imediato ao primeiro choque do petróleo em 1973. Os dados anteriores a esse período demonstram uma postura relativamente tranquila dos países maiores consumidores de energia, mantendo uma estreita correlação entre o crescimento da economia e o consumo dos energéticos de forma geral, não sendo expressivas, nesse período, as contribuições tecnológicas voltadas para a eficiência energética (PAGY e GARCIA, 1990).

Esta crise causou um impacto significativo sobre a matriz energética brasileira, alterando-a profundamente. A partir de então, ocorreu uma transformação radical da estrutura da oferta, na qual, em 1973, o petróleo representava 42,8% do consumo de energia primária, passando a 30,6% em 1985. Simultaneamente, ocorreu um fenômeno inverso com o setor elétrico. A energia hidráulica, que compunha 19% do consumo de energia em 1973, alcançou 29,9% em 1985 (FURTADO, 1990). Ou seja, o Brasil transformou sua estrutura da oferta a favor da eletricidade e em detrimento do petróleo.

No Brasil, ao contrário da Europa, onde havia grandes reservas de carvão, o processo de geração de energia se dá na forma de energia hidrelétrica preferencialmente, devido a nossa escassez de carvão mineral, a abundância de

rios e ao alto custo da geração a óleo. Esse processo teve início em 1883 por engenheiros ingleses que trabalhavam para as Companhias de Estradas de Ferro, culminando na construção da primeira usina hidroelétrica em 1889 (MORTATI e ARGOLLO FERRÃO, 2010).

A partir da implantação do Plano de Metas pelo governo Juscelino Kubitschek, entre os anos de 1956 e 1960, o Setor Elétrico Estatal passou a priorizar a produção energética através da construção de usinas hidrelétricas. Esse tipo de modelo energético implantado no país, consubstanciado na construção de grandes usinas hidrelétricas, causou sérios prejuízos ao meio ambiente e às populações atingidas (MENDES, 2005).

A viabilidade econômica dos projetos de energia hidroelétrica é aumentada pelo fato de que seus custos ecológicos geralmente não são computados ou socializados (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998). Estes impactos ocorrem nas fases de implantação, operação e transmissão. A construção de barragens e formação dos reservatórios implica em perdas de recursos florestais e de fauna terrestre e aquática, desestabilizando os ecossistemas locais, causando danos ambientais no meio físico e biológico, que, por sua vez, afetam as atividades econômicas locais e os níveis de saúde das populações.

Por outro lado, grande parte dos impactos sociais resultantes da produção de energia elétrica está estreitamente relacionada à economia local e às políticas públicas, mas não estão diretamente ligados aos processos envolvidos na produção da eletricidade. Um dos principais exemplos de impacto social diretamente ligado à construção de uma usina e à infraestrutura necessária é o reassentamento, que acarreta danos socioculturais e econômicos às comunidades locais.

Segundo Leite (2005), a implantação de hidrelétricas pode gerar impactos ambientais na hidrologia, clima, erosão e assoreamento, sismologia, flora, fauna e alteração da paisagem. Na hidrologia impacta com a alteração do fluxo de corrente, alteração de vazão, alargamento do leito, aumento da profundidade e elevação do nível do lençol freático. Impacta no clima alterando temperatura, umidade relativa, evaporação (aumento em regiões mais secas), precipitação e ventos (formação de rampa extensa). Impacta também através da erosão marginal com perda do solo e árvores, assoreamento provocando a diminuição da vida útil do reservatório, comprometimento de locais de desova de peixes, e perda da função de geração de energia elétrica. Na sismologia pode causar pequenos tremores de terra, com a acomodação de placas. Na fauna provoca perda da biodiversidade, implica em resgate e realocação de animais, somente animais de grande porte conseguem ser salvos, aves e invertebrados dificilmente são incluídos nos resgates, e provoca migração de peixes. Na flora provoca perda de biodiversidade devido ao desmatamento, eleva a concentração de matéria orgânica e conseqüente diminuição do oxigênio, produz gás sulfídrico e metano provocando odores e elevação de carbono na atmosfera, e eutrofiza as águas.

Cortez (2005) coloca que “o desmatamento é o principal fator da redução pluviométrica nas áreas de recarga (cabeceiras) dos rios que abastecem as represas”. E cita o rio São Francisco como é exemplo: “o desmatamento de sua cabeceira e afluentes, a perda das matas ciliares, a retirada sem controle de grandes volumes de água para irrigação e consumo rebaixaram o seu nível, assorearam o seu leito e causaram a salinização de sua foz. E, conseqüentemente, perda de volume nos reservatórios das suas hidrelétricas”.

Segundo Sousa (2000), para avaliar os impactos de implantação de hidrelétricas sobre a fauna da região é necessário conhecimento sobre espécies e costumes, rotas migratórias e reprodutivas, identificação das áreas de maior produtividade pesqueira, entre outros. No tocante aos impactos sobre a cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica são necessários mapeamentos das fitofisionomias da bacia com auxílio de sensoriamento remoto e outros recursos cartográficos. Por sua vez, a avaliação dos impactos sobre o ecossistema requer sua caracterização, identificando-se espécies importantes na manutenção da diversidade biológica ou em extinção, e a capacidade da área para manter espécies da fauna e o nível geral de insularização da cobertura vegetal nativa.

Dentre os problemas ambientais causados pelas usinas hidroelétricas está sua contribuição ao aquecimento global, como foi verificado por Fearnside (1995), cujo trabalho demonstrou que a vegetação submersa pode contribuir de forma significativa ao tamponamento da atmosfera em função das altas emissões de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), a níveis muito superiores àqueles alcançados pelas usinas termelétricas.

O problema da transmissão de energia não deve considerar somente a problemática ambiental dos reservatórios, mas também a situação energética do país como um todo. A eficiência do sistema será maior quanto maior for a interligação entre as unidades produtoras de energia, sem que para tanto haja a necessidade do aumento da capacidade instalada. Isto se deve ao fato de que as unidades que se encontrarem em época de estiagem, ou submetidas a um regime de consumo máximo, poderão ter suas demandas supridas por usinas trabalhando com superávit de energia. Dessa forma, a interligação de usinas hidroelétricas por linhas de transmissão (LT) deve ser considerada como uma alternativa à construção

de novas estações. A contabilização dos impactos ambientais deve se adequar, portanto às alternativas de menor custo econômico-ambiental (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998).

Uma vez que os impactos ambientais gerados pela obtenção de energia interferem enormemente no desenvolvimento sustentável, seu entendimento se faz primordial para a análise da implementação de projetos e planejamentos energéticos. Dentre os indicadores que podem ser utilizados para esta avaliação, Souza (2000) cita: Hierarquia Fluvial; Perda de Lagoas Marginais; Comprometimento de Rotas Migratórias; Espécies Endêmicas; Qualidade da Água; Relevância da Fauna; Hectares inundados/kWh gerado; Toneladas emitidas de metano/volume de água; Dólares de dano ao Meio Ambiente/ Alagamento de terras; Exclusividade Fisionômica; Alteração e Perda de Vegetação Marginal; Taxa de Cobertura Vegetal; dentre outros.

Os problemas ligados à conservação e à transmissão de energia atravessam décadas sem que surjam soluções tecnologicamente mais eficientes. O problema da transmissão de energia elétrica a distância apresenta um componente à parte no caso da energia gerada por meio de hidroelétricas, que em sua maioria, encontram-se situadas em regiões muito afastadas dos centros consumidores. Levando-se em conta o custo operacional do uso da energia termoelétrica com a utilização de combustível fóssil, é fácil prever-se um crescimento no uso da energia hidroelétrica (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2010), no Brasil, dentre as fontes primárias e secundárias de energia, a fonte hidráulica é a que mais contribui para produção de energia elétrica (76,7%), estando os locais produtores em regiões quase sempre distantes dos centros consumidores. Com isso são

necessárias grandes extensões de linhas de transmissão (LT) e instalações para repartir e distribuir a energia nos centros de consumo.

As LT juntamente com as subestações (SE), constituem um Sistema de Transmissão, cuja principal função é realizar a distribuição espacial da energia gerada. As LT interligam as usinas geradoras às SE de distribuição que têm como principais finalidades: a distribuição espacial, em alta tensão, da energia gerada por usinas, para grandes centros consumidores, a interligação de usinas geradoras, bacias hidráulicas e regiões de características hidrológicas heterogêneas, de modo a atender aos desequilíbrios regionais entre produção e consumo (ATE TRANSMISSORA DE ENERGIA, 2004).

A abertura de linhas de transmissão de energia elétrica sobre ecossistemas florestais representa uma atividade antrópica de grande impacto ambiental. No entanto, a interligação de usinas hidroelétricas por linhas de transmissão é considerada como uma alternativa à construção de novas usinas, com menor custo econômico-ambiental (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998).

Em geral, o processo de implantação de uma linha de transmissão é muito semelhante àquele adotado para a implantação de estradas, pois ambos utilizam das mesmas características da paisagem. No entanto, para a implantação de LT as características da paisagem estão mais relacionadas com as necessidades de engenharia e segurança devido, principalmente, à altura de suas torres (GILL, 2002). Este processo envolve os governos locais, estaduais e federais em um processo complexo e demorado, que deve considerar a classificação dos elementos da paisagem de acordo com suas características sócio-econômicas, ambientais, de saúde, de segurança e de engenharia (JEWELL et al., 2006).

A transmissão de energia por cabos aéreos é uma solução que data do início do século e, dadas as tensões enviadas, não existem, até o momento, alternativas viáveis. A opção à esta forma seria o enterramento dos cabos, o que apresenta pouca segurança ambiental. Desta forma, é grande o número de variáveis envolvidas na escolha do melhor traçado das linhas de transmissão (LT). (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998).

Existem dois enfoques distintos no que se refere aos estudos ambientais requeridos para a implantação de LT. Parte dos estudos refere-se aos efeitos decorrentes das perturbações elétricas provocadas pela linha e, a outra parcela, aos aspectos relativos às restrições ambientais para as áreas de preservação atravessadas pela rota da linha de transmissão (COSTA et al., 2001).

Os impactos provocados pela construção, operação e manutenção de LT sobre os solos estão ligados ao desmatamento necessário à abertura de praças, servidões (faixas situadas embaixo das LT), estradas de acesso, movimentos de terra relativos às fundações e à circulação de equipamentos pesados. O desmatamento desencadeia processos impactantes sobre o solo, com efeitos relativos a processos erosivos, alteração na drenagem natural, compactação do solo, desestabilização de encostas e assoreamento dos cursos de água (FURNAS, 1987). Além disso, a construção da LT pode impactar diretamente planícies de inundação através da criação de obstáculos nos caminhos dos canais de inundação, o que aumenta o potencial para enchentes. Quanto aos impactos indiretos do desmatamento sobre as áreas de matas, o maior deles é o efeito de borda, podendo causar alterações microclimáticas no ecossistema, que podem exercer um efeito cascata sobre a constituição da fauna e da flora.

As áreas localizadas ao longo do eixo de uma Linha de Transmissão (LT) denominam-se Faixa de Servidão e seu domínio permanece com o proprietário, porém, com restrições ao uso da área. Essa Faixa tem a largura determinada em função do tipo da linha que é instalada através de cálculos conforme definições e parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 5422) que leva em consideração uma série fatores para se efetuar o cálculo: o balanço e a deflexão dos cabos, o campo elétrico e o campo magnético, ruído audível exercido pela tensão energética e interferência nas ondas de rádio, etc. Dependendo da altura das torres, a vegetação presente em uma faixa de servidão pode sofrer corte raso ou ser completamente conservada (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998).

São previstos usos alternativos para as áreas em faixa de servidão, porém com algumas ressalvas como a análise e aprovação por parte da concessionária de energia elétrica. Além disso, são proibidas atividades que promovam a permanência e aglomeração de pessoas, tais como: quadras ou campos destinados a práticas esportivas ou recreação; praças e parques em geral. Dentre as alternativas de uso para faixa de servidão pode-se citar o cultivo de hortas, cultura de flores, ajardinamento e pomares, com espécies de, no máximo, três metros de altura (BOSCATTO et al., 2008).

Nas imediações da faixa de servidão podem ocorrer outros impactos, principalmente devido ao campo elétrico, produzido pela energização da LT, com indução de cargas elétricas sobre pessoas, animais e objetos situados nesta área (EDWARDS, 1987). Por outro lado, ainda não existe consenso acerca dos efeitos diretos do campo elétrico sobre pessoas e animais, embora existam várias pesquisas sobre o assunto (KOROBKOVA et al., 1977; WERTHEIMER, 1979; VERREAULT et al., 1990; HAVAS, 2004) e até mesmo o estabelecimento de normas

de exposição de seres humanos aos campos elétricos formados nas proximidades das LT (ANEEL, 2010).

Além do campo elétrico, o campo magnético gerado pelas LT também exerce efeitos sobre os organismos, com destaque aqueles decorrentes das alterações provocadas pelo desmatamento das faixas de servidão sobre os processos bióticos e abióticos dos ecossistemas. Estes impactos resumem-se ao desmatamento propriamente dito e ao seu efeito indireto, o efeito de borda, sobre as áreas de matas adjacentes (KAPOS, 1989; LAURENCE e YENSEN, 1991). Segundo Luken et al., (1991), para se evitar os problemas relacionados ao efeito de borda, as faixas de servidão devem ser situadas em áreas não florestadas, em corredores pré-existentes, ou em formações florestais que comprovadamente não apresentem viabilidade ecológica.

As linhas de transmissão podem, portanto, ocasionar o desaparecimento de uma área florestada muito mais extensa do que aquela causada pelo simples desmatamento da faixa de servidão. Este efeito deletério se intensifica ainda mais quando se trata de fragmentos florestais. Portanto, o seccionamento de um fragmento florestal por uma LT pode resultar, em médio prazo, no desaparecimento das duas metades, além dessa perda de conectividade entre os fragmentos florestais levar a separação de comunidades anteriormente contínuas, podendo levar a alterações na estrutura das populações, com a eventual eliminação de espécies mais sensíveis e/ ou mais raras (TURNER, 1989).

Neste sentido, as faixas de servidão podem funcionar como verdadeiros filtros seletivos ou barreiras geográficas, conforme descrito por Krodsman (1987), cujo trabalho mostra a ocorrência de alterações na estrutura de comunidades de aves, após a abertura de uma faixa de servidão de uma linha de alta tensão. Este

efeito pode ser bastante grave para as populações silvestres, especialmente no caso de seccionamento de fragmentos florestais de tamanho reduzido.

Para PIRES et al., (2000), o desconhecimento da importância dos ecossistemas naturais e seminaturais, dispostos em diferentes tamanhos de área, ou isolados entre os sistemas culturais, favorecem o abandono dessas áreas ou então sua modificação para atender interesses econômicos a médio e curto prazo. Portanto, a caracterização dos padrões de uso da terra e a compreensão dos componentes ambientais e processos ecológicos, em escala local e regional, são imprescindíveis para a proposição de novas formas de uso dos recursos naturais.

Em geral, as linhas de transmissão são implantadas em áreas menos povoadas devido a questões estéticas, danos à saúde e por razões socioeconômicas. Sua implantação em áreas próximas a zonas úmidas e corpos hídricos é evitada, pois pode afetar o habitat e, conseqüentemente, as espécies presentes, causando, por exemplo, a deposição de sedimentos nos corpos d'água durante a construção, e a eletrocussão de aves, entre outros (UZOUKWU, 2010).

A implantação de LT constitui-se em um importante referencial para localizar problemas face ao desenvolvimento de novos projetos de energias renováveis. Portanto, uma maneira de avaliar esse desafio é comparar áreas com diferentes níveis de recursos renováveis potenciais em conjunto com o estudo de áreas com dificuldades previstas na localização da linha de transmissão (VAJJHALA, 2007).

Segundo Uzoukwu (2010), a localização e a implantação de uma LT não é apenas um problema de planejamento, mas também inclui questões ambientais, relacionadas à construção e segurança. Neste sentido o uso de Sistema de Informação Geográfica - SIG confere transparência, agindo como um mecanismo de

análise para a comparação de valores que pode ser aplicado para a localização da LT e para determinar a rota de menor custo entre dois pontos, representando, portanto, uma ferramenta viável para o planejamento e expansão da rede, e ideal para a alocação de novas subestações.

A disponibilidade de informações espaciais é o ponto de partida para a tomada de decisões. Para a gestão de empreendimentos específicos, como estes envolvidos no processo de transmissão de energia, é sem dúvida imprescindível ter conhecimento do espaço geográfico onde está inserido. Dessa forma, as informações dos atributos físicos da paisagem são essenciais para compreender as limitações impostas ao uso da terra e na determinação de suas mudanças. Há uma grande necessidade de que essas informações estejam disponibilizadas no formato digital e, sobretudo, associadas ao uso de técnicas de geoprocessamento para detectar e monitorar mudanças na paisagem, particularmente na perspectiva do planejamento e manejo dos recursos ambientais.

Por se tratar de um empreendimento classificado como potencialmente causador de degradação ambiental, é imprescindível que seja realizado o licenciamento ambiental de uma LT.

O licenciamento ambiental é o procedimento administrativo indispensável para a localização, instalação, ampliação ou funcionamento de atividades que demandem a utilização de recursos ambientais ou que sejam causadoras de degradação ambiental, e visa controlar as que comportem risco.

Para tanto, o licenciamento ambiental envolve: Licença Prévia (LP), para a fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos na fase de localização, instalação e operação, observando os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo; Licença de Instalação (LI),

autorizando o início da implantação de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado, e; Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas respectivas LP e LI. Estas três modalidades de Licença são, na verdade, atos sucessivos e dependentes entre si, sendo a LP requisito para a outorga da LI, que por sua vez, é requisito da LO, configurando, assim, procedimento administrativo composto de três fases distintas (SOUZA, 1995).

O Licenciamento Ambiental é o instrumento de prevenção e precaução apropriado para assegurar que o empreendimento possa ser desenvolvido com o mínimo de impactos nocivos ao meio ambiente, e faz parte do licenciamento a análise dos impactos diretos e indiretos decorrentes do empreendimento, devendo os mesmos ser apontados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e no Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), previstos na Constituição Federal e na Resolução 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Um dos pontos mais importantes do EIA-RIMA é a apresentação de alternativas locacionais ao empreendimento incluindo, com base nessas alternativas, o provável desvio da LT em relação a um fragmento florestal importante.

A Lei Federal nº 6.938/1981, no seu artigo 10, redação segundo a Lei 7.804/1989, evidencia que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de atividades que demandem recursos ambientais, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

A questão predominante a ser analisada na área da 20ª Subseção Federal, é a regularidade das propriedades no que toca às reservas legais. Em face da legislação atual a vegetação de Reserva Legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob o regime de manejo florestal sustentado.

De acordo com a diretriz imposta pela Constituição Federal, o Estado, a sociedade, o particular – empresa ou indivíduo –, só podem construir, empreender ou exercer atividade, desde que sejam evitados os impactos ambientais que prejudiquem o ecossistema e a biodiversidade e, por consequência, a qualidade de vida da população (RIBEIRO e CAMPOS, 2002).

Na hipótese, por exemplo, da implementação de um empreendimento causar degradação ambiental ao destruir área de preservação permanente (APP), devem os órgãos competentes exigir a correção dessas externalidades negativas. Não haveria, portanto, violação dos princípios da liberdade, da propriedade, da livre iniciativa ou da livre concorrência, mas sim uma imposição de correção de externalidade negativa visando assegurar os princípios da dignidade humana e do bem comum, compatibilizando os princípios fundamentais previstos nos art. 1º, 3º, 5º, 170 e 225 da CF e permitindo a continuidade do empreendimento dentro da perspectiva de sustentabilidade do desenvolvimento (JELINEK, 1996)

O conceito de área de preservação permanente (APP) está inserido no Código Florestal Federal em seu art. 1º, § 2º, inciso II, com a redação dada pela Medida Provisória n.º 2166-67/01: “área protegida nos termos dos art. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.

As funções ecológicas das APP, elencadas no Código Florestal, incluem: contenção de enchentes, principalmente em áreas de solos propícios ao processo de erosão; aumento da umidade relativa do ar; amenização da temperatura em climas tropicais e equatoriais; dispersão de poluentes e absorção de ruídos urbanos; funciona como elemento paisagístico na orientação urbana e rural; pode bloquear o vento indesejável em áreas urbanas; barreiras verdes também podem direcionar o vento para locais desejados e, ainda, ajuda na preservação de espécies de aves (PINHO, 1999).

Para ser considerada de preservação permanente, a área não tem que necessariamente estar em pleno desenvolvimento das funções ambientais previstas no conceito de APP. Todas as áreas localizadas nas margens de cursos d'água, de nascentes, de acumulações naturais ou artificiais de água, no topo de morros e montanhas, encostas, chapadas, tabuleiros, dunas, restingas, etc., por si só, pelo simples efeito de estarem tuteladas por lei federal, são tidas como de preservação permanente, estejam ou não executando suas funções ecológicas, pois estão sujeitas a ações antrópicas momentâneas a serem sanadas (JELINEK, 1996).

Nesse sentido, de acordo com previsão constitucional que envolve a manutenção da função social da propriedade, as APP que apresentarem situação de desestabilidade funcional ocasionada pela intervenção antrópica devem, necessariamente, ser devidamente restauradas.

Entretanto, a intangibilidade das APP não é absoluta, haja vista que o art. 4º do Código Florestal, com a redação dada pela Medida Provisória n.º 2.166-67/2001, regulamentada pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA de n.º 369, de março de 2006, prevê a excepcional possibilidade de supressão de vegetação em áreas de preservação permanente, quando necessária

à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto. É neste contexto que se enquadra a implantação da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP), por se tratar de uma obra essencial de infra-estrutura destinada ao serviço público de energia.

Desta forma, o presente trabalho aborda questões relacionadas com a implantação da Linha de Transmissão 525 kV entre Londrina (PR) e Araraquara (SP) e em especial os efeitos da sua implantação no sub-trecho Araraquara- Boa Esperança do Sul, e os impactos sobre a vegetação nas áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL).

2. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo identificar os impactos resultantes da implantação e operação de uma Linha de Transmissão no comprometimento das áreas ecológicas que proporcionam serviços ecossistêmicos.

2.1. Objetivos Específicos

- Elaborar um diagnóstico da condição uso e cobertura da terra com base na elaboração de um banco de dados digitais das características estruturais da paisagem e do padrão espacial dos usos e cobertura da terra atual;
- Elaborar um Laudo Pericial, determinando os possíveis impactos ambientais sobre áreas de proteção ambiental (reserva legal – ARL e preservação permanente – APP), oriundos da implantação da Linha de Transmissão Londrina (PR) - Araraquara (SP), no sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul e Araraquara, no estado de São Paulo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Área de Estudo

A Linha de transmissão (LT) Londrina-Araraquara foi planejada como um reforço da interligação Sul/Sudeste, a fim de aumentar a capacidade de fornecimento de energia elétrica a partir da usina de Itaipu. Possui uma tensão elétrica de 525 kV e interliga as Subestações (SE) Londrina (PR), Assis (SP) e Araraquara (SP). Possui um comprimento total de aproximadamente 363 km, atravessando 7 municípios dos Estados do Paraná e 17 de São Paulo.

Esta LT subdivide-se em dois trechos, o primeiro, com 120 km, segue o sentido nordeste da Subestação de Londrina (PR), até a Subestação de Assis (SP), operada pela Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP). Esse trecho localiza-se nas regiões norte do Estado do Paraná e sudoeste de São Paulo, onde se situam vários municípios de estruturas socioeconômicas bem diferenciadas, servidos por ampla malha viária. Dos 14 municípios do corredor que engloba esse trecho, dez estão no Paraná, sendo: Londrina, Ibiporã, Assaí, Jataizinho, Uraí, Rancho Alegre, Cornélio Procópio, Leópolis, Sertaneja e Santa Mariana. Os outros quatro – Florínia, Tarumã, Cândido Mota e Assis – se situam no Estado de São Paulo.

O segundo trecho, com uma extensão de 243 km, situa-se no Estado de São Paulo, seguindo da Subestação Assis em sentido nordeste até a Subestação Araraquara, operada por FURNAS Centrais Elétricas. No corredor desse trecho, estão localizados os municípios de Assis, Cândido Mota, Echaporã, Platina, Campos

Novos Paulista, Ocaçu, Lupércio, São Pedro do Turvo, Alvilândia, Ubirajara, Gália, Fernão, Lucianópolis, Duartina, Cabrália Paulista, Avaí, Piratininga, Bauru, Arealva, Pederneiras, Boracéia, Bariri, Bocaina, Boa Esperança do Sul, Gavião Peixoto e Araraquara.

No presente trabalho foi considerado o segundo trecho da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), mais precisamente o sub-trecho localizado entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP) (**Figura 1**).

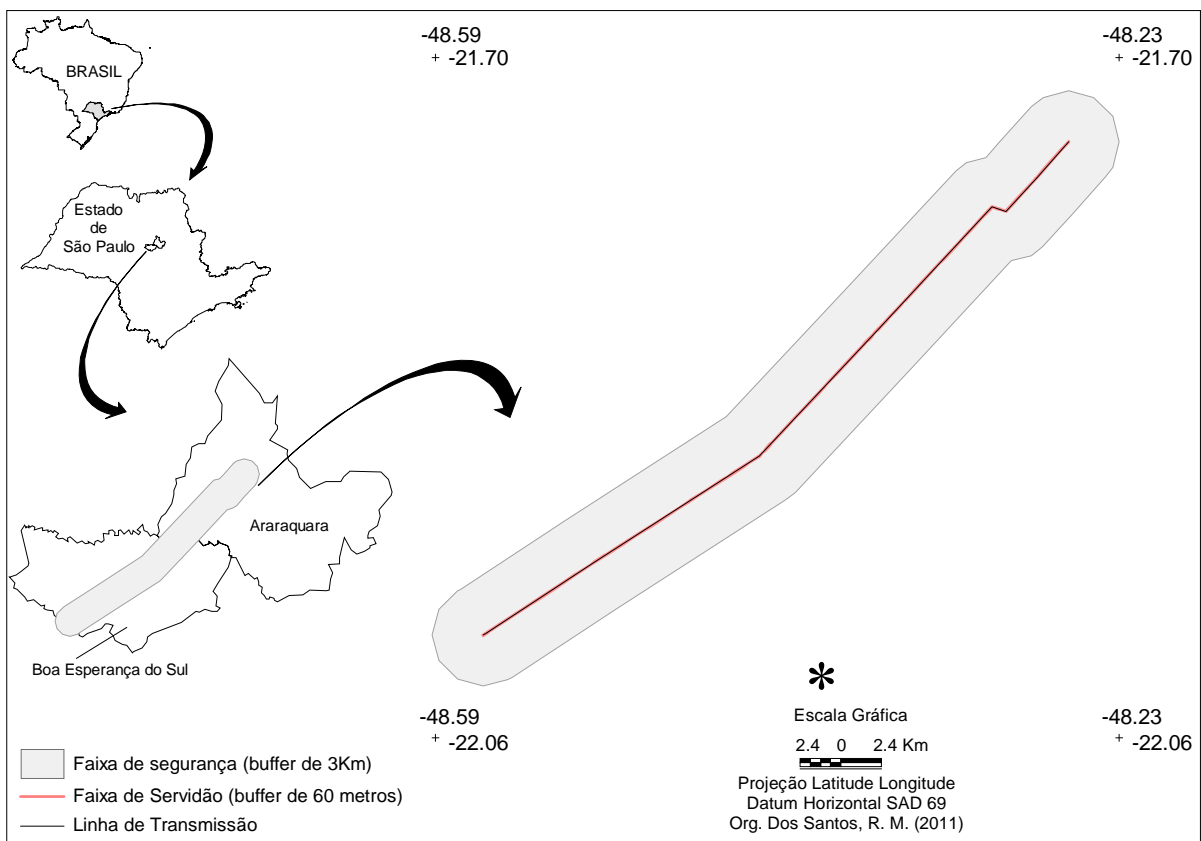


Figura 1. Localização geográfica da Linha de Transmissão Londrina (PR) - Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP).

O município de Boa Esperança do Sul, localizado na região noroeste do estado de São Paulo, foi criado em 1895, ocasião na qual era um distrito pertencente ao município de Araraquara. Em 1898, foi elevado a categoria de município. Atualmente, possui uma área de 69.076,3 ha. É circundado pelos municípios: Gavião Peixoto; Nova Europa; Ibitinga; Itaju; Bariri; Bocaina; Dourado; Trabiju; Ribeirão Bonito, e; Araraquara.

No ano de 2010 o município de Boa Esperança do Sul apresentou uma contagem populacional de 13.645 habitantes, representando uma densidade populacional de 19,75 habitantes/ Km². A dinâmica populacional do município (**Tabela 1**) evidencia um crescimento populacional na ordem de 0,41% ao ano, correspondendo a um aumento de 800 habitantes ao longo dos últimos 14 anos.

Tabela 1. População Residente no município de Boa Esperança do Sul nos anos de 1996, 2000, 2007 e 2010.

População residente	Urbana	Rural	Total
1996	10.531	2.314	12.845
2000	10.753	1.820	12.573
2007	---	---	13.208*
2010	12.184	1.461	13.645

*População Estimada

Fonte: IBGE, 2011

Por sua vez, o município de Araraquara, localizado na região noroeste do estado de São Paulo, é circundado pelos municípios de Américo Brasiliense, Gavião Peixoto, Ibaté, Matão, Motuca, Ribeirão Bonito, Rincão, São Carlos, Santa Lucia e Boa Esperança do Sul. A área física ocupada pelo município é de 101.298,65 ha, e sua área urbana é de 8.067,58 ha, excluindo-se o distrito de Bueno de Andrada. A

taxa de crescimento anual apresentada pelo município de Araraquara é de 1,23%, correspondendo a 35.916 habitantes ao longo de 14 anos (**Tabela 2**), e a densidade populacional para o ano de 2010 foi de 206 habitantes/ km².

Tabela 2. População Residente no município de Araraquara nos anos de 1996, 2000, 2007 e 2010.

População residente	Urbana	Rural	Total
1996	160.248	12.498	172.746
2000	173.569	8.902	182.471
2007	---	---	195.815*
2010	202.730	5.932	208.662

*População Estimada

Fonte: IBGE, 2011

O sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), está inserido longe dos grandes centros urbanos, em uma região cujas atividades econômicas principais são a agropecuária e a agroindústria.

O estado de São Paulo possuía no ano de 2000 cerca de 60% dos seus 19 milhões de hectares agricultáveis como pastagens. Nessa ocasião, a cana-de-açúcar (segunda cultura agrícola do estado) ocupava uma área de aproximadamente 20% do total ocupado pelas pastagens (BALSALOBRE, 2000).

Segundo dados do IBGE (2009) o cultivo de cana-de-açúcar se destaca entre os plantios temporários nos municípios de Araraquara e Boa Esperança do Sul, correspondendo a 49.000 ha e 30.000 ha da área total dos mesmos para esse tipo de cultivo, respectivamente. Por sua vez, o plantio de laranja no município de Araraquara correspondeu a 98,60% da área total cultivada com lavouras permanentes conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Dados do IBGE, referente ao ano de 2009, representando as principais atividades agropecuárias estabelecidas nos municípios de Araraquara e Boa Esperança do Sul, estado de São Paulo e Brasil.

Atividade Agropecuária		Araraquara	Boa Esperança do Sul	São Paulo	Brasil
Lavoura Temporária (ha)	Cana-de-açúcar	49.000	30.000	4.977,077	8.845,833
	TOTAL	49.000	30.000	6.702.900	59.431,710
Lavoura Permanente (ha)	Laranja	6.000	---	566.652	802.528
	TOTAL	6.085	155	932.155	6.289,884
Pecuária (cabeça)	Suíno	1.200	700	1.639,247	38.045,454
	Bovino	9.000	10.000	11.197,605	205.260,154
	Ave	90.000	100.000	228.068,136	1.233.864,033
	TOTAL	102.460	112.430	247.058.206	1.523.804.532

Fonte: IBGE - Pesquisa Agropecuária Municipal. 2009

A área de implantação da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP) atravessa grandes propriedades particulares com partes de sua área destinada à Reserva Legal. As propriedades afetadas por essa Linha de Transmissão apresentam atributos biológicos relevantes que justificam a sua conservação, como a existência de remanescentes florestais e espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção.

Destaca-se no contexto do presente trabalho, que o IBAMA concedeu, em 25/08/2004 a Licença Prévia número 181/04, e em 01/12/04, a Licença de Instalação LI – número 290/2004 para o citado empreendimento, ressaltando, que essa Linha de Transmissão e sua área de influência encontram-se próximas a 11 Unidades de Conservação e uma terra indígena (Araribá), sendo seis de proteção integral e quatro de uso sustentável e que apresentam relevantes atributos que justificam cuidados especiais durante a fase de licenciamento ambiental que, no entanto não foram observados.

3.2. Procedimentos Metodológicos

3.2.1. Análise Ambiental da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Foi elaborado um banco de dados georreferenciados, contendo as cartas temáticas dos seguintes elementos estruturais da paisagem: hipsometria, declividade e hidrografia. A elaboração destas cartas temáticas teve como base os dados obtidos na missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) e na metodologia de processamento de dados desenvolvida por VALERIANO (2004) mediante a iniciativa TOPODATA.

Os dados SRTM, na forma em que foram disponibilizados para o continente americano, apresentam resolução horizontal (resolução espacial) de 3 arco-segundos (~90m) e resolução vertical de 1m. Assim como todos os dados topográficos obtidos por sensores orbitais, os dados SRTM são sensíveis a objetos não topográficos sobre a superfície do terreno. A necessidade de pré-tratamentos para que sua utilização fosse viabilizada em escalas de trabalho maiores tornou-se necessária e também para que pudessem ser utilizadas na obtenção de variáveis geomorfológicas.

O tratamento dos dados consistiu na modificação do MDE (Modelo Digital de Elevação) SRTM original para um novo MDE, com características desejáveis. Entre as modificações realizadas, listam-se: a resolução melhorada, de 1" (~30m); a remoção das falhas; redução de artefatos; e distribuição da aleatoriedade. Os dados foram tratados desde a imagem TIFF original até o MDE.

Os SIG (Sistemas de Informações Geográficas) utilizados no tratamento dos dados foram ENVI 4.1 e ARCGIS. As correções realizadas foram: correção de falhas, seleção de área amostral e exportação de dados; análise de tendência e obtenção de resíduos; interpolação. Posteriormente foram realizadas operações de geoprocessamento, aplicação de testes, algoritmos de análise do relevo e extração de resultados específicos.

O interpolador utilizado no processo de refinamento da resolução espacial do MDE SRTM foi a krigagem, um interpolador em que a variabilidade espacial dos dados condiciona a função que relaciona os pesos das amostras às suas distâncias. A interpolação por krigagem foi aplicada sobre os arquivos de cotas totais, fornecendo-se os dados de semivariograma: tipo de modelo, efeito pepita, alcance e escala do modelo teórico de variabilidade espacial. O termo escala aqui se refere à altura (em semivariância) da estrutura de variabilidade, ou seja, o patamar menos a pepita. Além desses dados, tornou-se necessário fornecer dados geométricos da imagem a ser formada.

A declividade é definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0° a 90°, embora seja mais comumente expressa em porcentagem, de zero a infinito. Em MDE, sua estimativa se baseia na análise dos desníveis entre pixels vizinhos. Devido sua natureza diferencial, seu cálculo deve ser sempre considerado uma estimativa, uma vez que tal cálculo depende do intervalo de derivação (VALERIANO, 2008).

O cálculo de declividade foi obtido mediante o resultado de um diferencial altimétrico (MDE) entre vizinhos e, portanto, dependente da distância considerada. Neste sentido, o cálculo da declividade dentro de limites razoáveis, é favorecido por alta resolução espacial, um dos motivos para se fazer o refinamento dos dados

SRTM. Em um segundo momento, essa variável geomorfométrica foi reclassificada para a geração de cartas não numéricas, tais como as classes de declividade consagradas pela pesquisa agrônômica (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

Da mesma forma que os dados numéricos, uma suavização do mapa de classes de declividade mostrou-se desejável. No caso das classes, a suavização foi operada mediante a aplicação de filtros de moda, que promovem a coesão das manchas mapeadas em função da classe localmente majoritária.

3.2.2. Caracterização dos usos e cobertura da terra da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Ter instrumentos eficazes para a gestão ambiental significa ter meios de coletar, sistematizar, processar e armazenar dados espaciais de determinada área geográfica de interesse. A análise de imagens do satélite LandSat é um método importante para determinar aos padrões de uso e cobertura da terra na escala da paisagem.

Desta forma, para acessar os padrões de uso e cobertura da terra foi utilizada imagem do satélite LandSat 5, sensor TM, da área de estudo (ponto 220 e órbita 75) referente ao ano de 2011 (data de passagem do satélite: 15 de junho) adquirida junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Em ambiente SIG ENVI 4.7 foi gerada imagem por meio da composição falsa cor das bandas 5, 4 e 3 nos canais RGB, respectivamente.

A determinação da área de estudo via SIG foi representada pela feição de polígono e se utilizou o recurso de cálculo de vetores paralelos, ou operadores de distância, conhecidos também por “buffer”.

Conforme conceituado por Lacruz e Sousa Júnior (2009), “Os operadores de distância são ferramentas utilizadas para determinar faixas de distâncias ou buffers a partir de pontos, linhas ou polígonos; a distância é definida pelo usuário e podem ser definidas faixas de extensões diferentes.”

Esses buffers são úteis para determinar áreas de influência de distância variável com base em uma área pré-definida, e por isso foram utilizados para gerar a faixa de servidão (60 metros a partir do eixo da LT) e a área de mapeamento, que se caracterizou por 3 km a partir do eixo da LT em questão. Esta distância é referente à medida de segurança de interferência dos campos elétrico e magnético sobre as estações receptoras de rádio, definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 5.422/85).

A classificação qualitativa e quantitativa dos tipos de uso e ocupação da terra foi obtida com base na interpretação do caráter visual, classificação matricial e vetorização dos dados orbitais em um Sistema de Informação Geográfica (SIG MapInfo 10).

A categorização das classes de usos da terra, bem como sua nomenclatura seguiu a metodologia proposta pelo IBGE (2006). A análise de cada classe foi baseada na interpretação visual da imagem, considerando a textura, cor e o padrão das feições existentes na imagem (FLORENZANO, 2002).

3.2.3. Elaboração de Laudo Pericial

A atribuição ao Ministério Público de propor ações judiciais de natureza civil com o objetivo de reparar ou evitar danos ao ambiente foi instituída pela Lei nº 6.938/1981 no quadro da Política Nacional do Meio Ambiente (MILARÉ, 2005). No âmbito do Ministério Público, são adotadas iniciativas de promover procedimentos administrativos, ações cautelares com o intuito de prevenir ações civis públicas para a reparação de danos ambientais. É possível ressaltar que a ação civil pública possui amplo espectro uma vez que é dirigida tanto contra o Estado, como também a particulares que causem danos ambientais. Essa ação pode não só anular atos como também exigir obrigações de fazer ou de não fazer, abrindo com isso ampla possibilidade de defesa do patrimônio ambiental (SAROLDI, 2009).

No entanto, devido ao fato de que o Poder Judiciário não possui corpo técnico especializado para emitir opinião a respeito de danos ambientais, o mesmo utiliza os peritos judiciais para que possa apurar as circunstâncias e/ou causas relativas aos danos ao meio ambiente. Dessa forma, peritos judiciais são designados pelo Poder Judiciário para fazer uma avaliação técnica da situação apresentada nos autos. Uma perícia, na temática ambiental ou não, tem objetivo preciso, qual seja, produzir prova de determinado fato. A perícia é, neste sentido, um meio de prova.

Por outro lado, deve ser considerado o caráter científico que a prova pericial requer. Toda e qualquer perícia deve estar calcada no conhecimento científico e, por conseguinte, deve ser executada com base no método científico consagrado e aceita pelos profissionais especialistas na matéria objeto da perícia (CERRI e CERRI NETO, 2007).

O resultado de uma perícia ocorre na forma de um laudo, que é expresso

em conclusões escritas e fundamentadas, devendo conter uma fiel descrição dos exames realizados nas vistorias. No laudo são apontados os fatos, circunstâncias, princípios e o parecer sobre a área submetida ao exame do perito especialista. Além disso, são dadas respostas objetivas aos quesitos formulados pelos assistentes técnicos. Os quesitos consistem em questionamentos formulados pelas partes, ou até mesmo pelo juiz, que determinam as diretrizes do laudo e cujas respostas podem servir para demonstrar a tese que cada uma das partes quer provar (ALMEIDA, 2008).

Para a elaboração do Laudo Pericial, objeto do presente trabalho, foi realizada uma detalhada análise do processo judicial¹ que foi ajuizado pelo Ministério Público Federal contra ATE Transmissora de Energia S/A e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Posteriormente foi realizada uma pesquisa de documentos oficiais em diversos órgãos públicos envolvidos direta ou indiretamente na questão, como por exemplo: IBAMA; Ministério de Minas e Energia – MME; Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais – DEPRN; Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; e Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SMA/SP.

Foi realizada uma análise sobre a legislação ambiental brasileira, particularmente, relacionada a Áreas de Reserva Legal (ARL) e a Áreas de Preservação Permanente (APP) (Código Florestal - Lei 4.771/65).

Foram efetivados dois reconhecimentos aéreos sobre a área em estudo, com auxílio de um avião de pequeno porte e, posteriormente, de um helicóptero, tendo sido percorrida toda a Linha de Transmissão desde a Subestação de Furnas em Araraquara até às margens do rio Jacaré-Pepira. Nessa ocasião, devido às

¹ - Ação Civil Pública 2005.61.20.005638-3. Justiça Federal – 20ª Subseção Judiciária – Araraquara SP.

características do equipamento utilizado, foi possível a realização de voo de baixa altitude e obtenção de Fotografias verticais, dentre outras facilidades típicas do equipamento, permitindo a observação de diversas intervenções antrópicas decorrentes da implantação da Linha de Transmissão.

Posteriormente foram efetuadas duas vistorias terrestres com o objetivo de identificar os principais pontos afetados pela Linha de Transmissão, principalmente com relação à situação das áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente e com relação à cobertura vegetal, estado de regeneração, resultados dos projetos de recomposição vegetal e principalmente sobre a necessidade de novas compensações ambientais.

Para analisar o estado de regeneração da cobertura vegetal foi considerado somente o dossel da floresta.

Foram obtidas imagens na vertical a 1,30m acima do solo tanto no meio da trilha como no interior da área intacta em cada local analisado. Para a área intacta afastou-se cinco metros da trilha para evitar contágio da mesma. Foram obtidas duas imagens na trilha e duas na área intacta para realização da comparação, totalizando 28 imagens. As imagens digitalizadas foram divididas em nove quadrículas sendo que cada quadrícula central foi reamostrada em 100 quadrículas. Na linha de cruzamento entre as quadrículas foi analisado se havia cobertura vegetal. Totalizou-se assim 100 pontos em cada imagem e 1400 pontos do dossel na área intacta e 1400 na trilha. A distinção se havia cobertura pela vegetação foi feita por diferença de cor (SOARES, 2007).

Foram comparadas as diferenças entre trilha e área intacta, considerando-se a cobertura do dossel. Desta forma, foram demarcadas áreas (parcelas) na

largura da trilha (em geral, 3,5m por 10m de comprimento), sendo este o método mais comumente usado para inventário florestal (SOARES, 2004).

O número de parcelas variou em função da extensão e características do local sendo, em geral, duas na trilha e duas na área intacta. Nas parcelas da trilha foi contabilizado o número de árvores cortadas, o número de rebrotadas, o número de mortas (sem rebrotamento), a altura das rebrotas. Na área intacta foram demarcadas parcelas da mesma dimensão que na trilha e afastadas cinco metros da mesma. No interior dessas, foram contados os números de indivíduos vivos e mortos. No interior das parcelas da trilha e da área intacta foram delimitadas parcelas menores (1 X 2m) para análise de regenerantes (plântulas).

O Laudo pericial deve ser redigido de forma a conter todas as informações levantadas durante a perícia e as respostas dos quesitos solicitados pelos assistentes técnicos, juntamente com o parecer do perito. No entanto, no presente, as respostas aos quesitos foram descritas junto aos resultados e discussão pertinentes a este estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Ambiental da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

4.1.1. Hipsometria

Na área de estudo, a variável hipsometria está intimamente relacionada à manutenção dos últimos remanescentes de vegetação natural. A impossibilidade de implantação de atividades agrícolas em determinadas áreas, impostas pelas dificuldades de mecanização e manejo sob risco dessas terras serem totalmente erodidas, representam a condição mais efetiva para a manutenção de áreas cobertas com formações vegetais nativas primárias (pouco alteradas).

Em linhas gerais, a faixa de segurança da LT Londrina (PR) Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP) apresenta variações hipsométricas de grande amplitude alternando desde cotas mínimas em torno de 420 m e cotas máximas de aproximadamente 710 m. Para a elaboração da carta de hipsometria o modelo digital de elevação foi reclassificado em sete classes hipsométricas representadas na **Figura 2**.

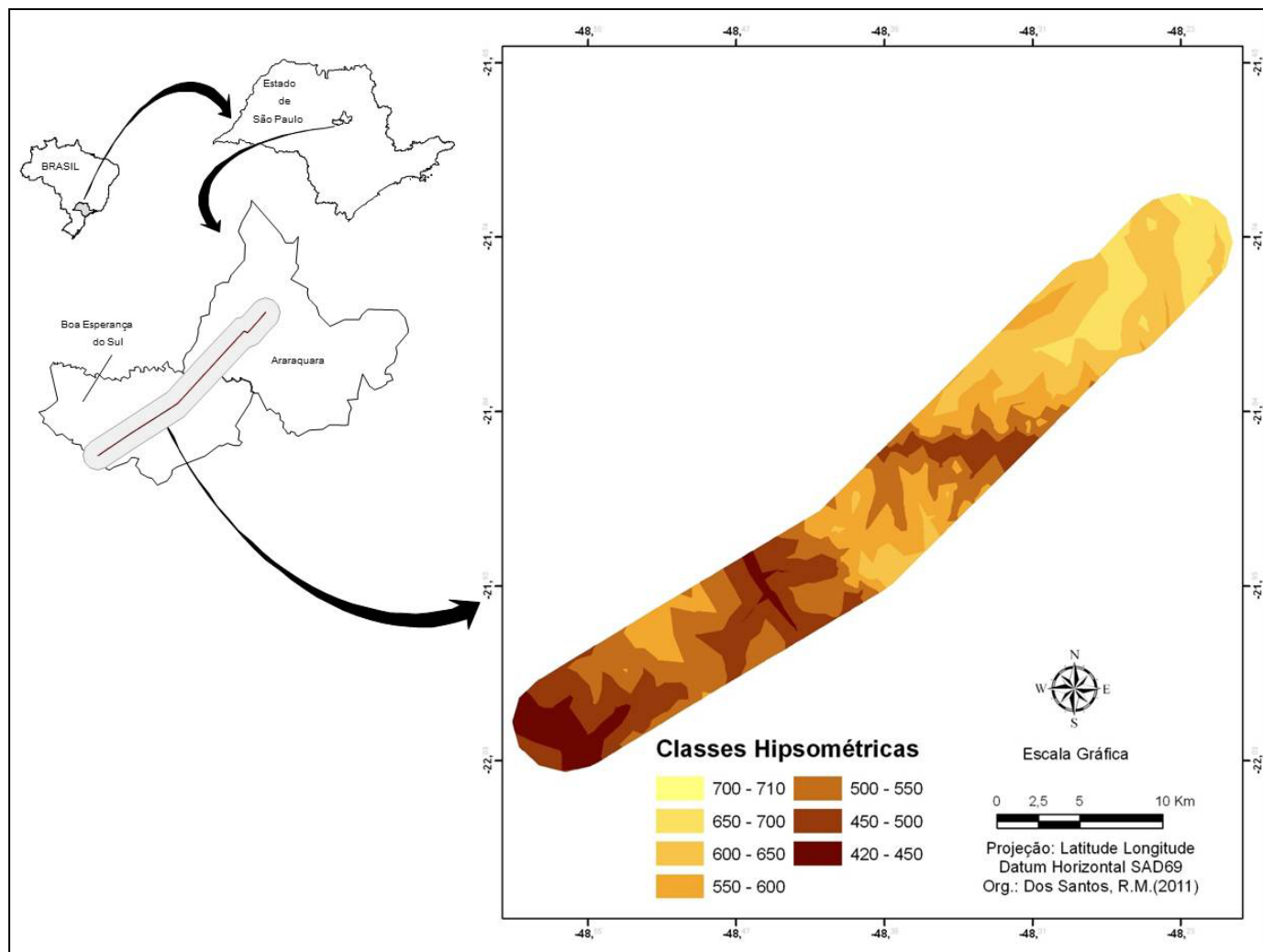


Figura 2. Carta temática das Classes Hipsométricas (metros) presentes na Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

As classes hipsométricas mais baixas estão associadas ao fundo de vales e canais de drenagem (420 a 550 m) enquanto divisores de água representam as classes hipsométricas mais altas (700 a 710 m). Embora a magnitude de variação seja ampla, a distribuição espacial das feições geomorfológicas extremas é concentrada em regiões específicas situadas principalmente na região norte e extremo sul da área estudada.

De forma secundária, estas variações hipsométricas podem determinar diferenças nos diversos tipos e composição de solos encontrados em áreas nestas condições, pois áreas mais inclinadas estão sujeitas a uma erosão laminar mais pronunciada, o que pode favorecer o rejuvenescimento dos solos de baixa encosta, podendo ser considerada também uma variável ambiental capaz de influenciar na distribuição de espécies vegetais (LI et al., 2005).

4.1.2. Declividade

O desenvolvimento econômico baseado na atividade agrícola intensiva observado na área compreendida pela LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), também pode ser associado à variável geomorfológica declividade (**Figura 3**). A característica do relevo, constituído por grandes extensões de áreas planas e moderadamente onduladas, permitiram a implantação e desenvolvimento da agricultura mecanizada contribuindo para a formação de grandes áreas utilizadas com monoculturas e uma relação alta entre produção e área de cultivo.

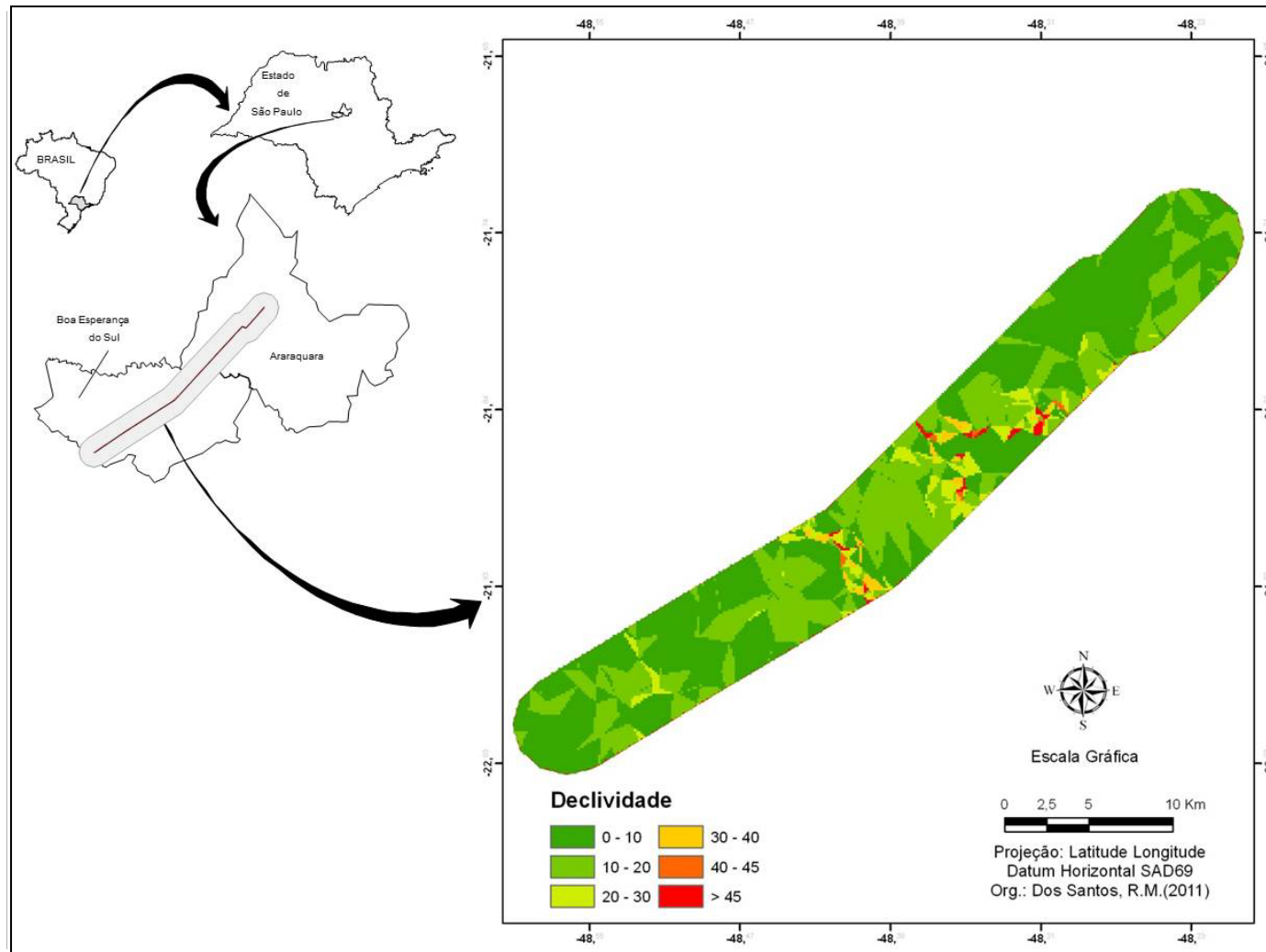


Figura 3. Carta temática representando a declividade presente na Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Devido à sua estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento), a declividade do terreno é uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial. Todos os métodos de avaliação de terras ou planejamento conservacionista, baseados em modelagem numérica ou em decisões lógicas, lidam com a variável declividade (LEPSCH, 1991; RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). Além dessas aplicações, também figura entre as variáveis de evidente aplicação na interpretação geomorfológica.

A análise dos dados apresentado na **Figura 3** e **Tabela 4** revela na área de estudo um relevo bastante regular, com relevo classificado, na maior parte da área, como plano, suave ondulado, moderadamente ondulado e ondulado, com graus de limitação nulo, ligeiro, moderado e forte, respectivamente. Estas são áreas que, do ponto de vista da declividade podem ser utilizadas com agricultura, desde que sejam adotadas práticas simples de controle a erosão.

As áreas que possuem relevo ondulado e graus de suscetibilidade forte, quando utilizadas para agricultura, requerem práticas intensivas de controle à erosão. A aptidão agrícola dessas áreas associa-se, normalmente a culturas perenes como a fruticultura e/ou a silvicultura. Por sua vez, a classe forte ondulado (declividade de 20 a 45%), apresenta uma suscetibilidade à erosão muito forte, e sabe-se que o controle desta é muito dispendioso, podendo ser anti-econômico.

Áreas com relevo montanhoso a escarpado, que apresentam mais de 45% de declividade ocorrem em áreas muito pequenas da faixa de segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), devendo essas áreas serem destinadas à preservação ambiental. A legislação brasileira considera como área de preservação permanente apenas as

áreas com declividade superior a 100%. Entretanto, neste estudo, faixas de declividade acima de 100% não foram encontradas.

Tabela 4: Distribuição das classes de declividade, de acordo com a classificação, graus de limitação e considerações para cada uma das classes.

Classes de Declividade	Classificação	Grau de Limitação	Considerações
0 – 3 %	Plano a praticamente plano	Nulo	Terras não suscetíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solo plano ou quase plano e com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos podem apresentar erosão ligeira, que pode ser controlada com práticas simples de manejo.
3 – 8%	Suave ondulado	Ligeiro	Terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão. Geralmente, possuem boas propriedades físicas. Quando utilizadas com lavouras por um período de 10 a 20 anos, mostram normalmente uma perda de 25% ou mais do horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir contra esse tipo de erosão.
8 – 13%	Moderadamente ondulado	Moderado	Terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização agrícola.
13 – 20%	Ondulado	Forte	Terras que apresentam forte suscetibilidade à erosão. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente de 13 a 20%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo de suas condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.
20 – 45%	Forte ondulado	Muito forte	Terras com suscetibilidade maior que o grau forte, tendo o seu uso agrícola muito restrito. Na maioria dos casos o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.
45 – 100%	Montanhoso	Extremamente forte	Terras que apresentam severa suscetibilidade à erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidos em poucos anos. Trata-se de terras onde deve ser estabelecida uma cobertura vegetal de preservação ambiental.
Mais de 100%	Escarpado		Terras destinadas à preservação ambiental, conforme o Código Florestal Brasileiro.

Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995.

4.1.3. Hidrografia

A hidrografia da Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), é composta por uma rede de drenagem cujos principais rios são: Jacaré-Guaçu; Boa Esperança e; Jacaré-Pepira (**Figura 4**). Os principais corpos hídricos atravessados pela LT nesse sub-trecho são: Rio Jacaré-Pepira; Córrego da Forquilha e; Rio Boa Esperança, os três no município de Boa Esperança do Sul, além do Rio Jacaré-Guaçu, no município de Araraquara.

Esses rios estão inseridos na UGRH do Tietê/Jacaré, juntamente com seus respectivos tributários e porções drenadas diretamente ao rio Tietê. Essa bacia hidrográfica abriga três usinas hidrelétricas, todas operando no leito do rio Tietê.

A vegetação nativa pode ser encontrada em pequenos maciços ao longo dos principais cursos d'água, formando “matas galeria”, além da presença de remanescentes de cerrado. Em diversas áreas dessa bacia hidrográfica, principalmente nos municípios de Araraquara e Boa Esperança do Sul, ocorrem reflorestamentos.

Dentre as principais atividades econômicas dessa bacia hidrográfica destacam-se o plantio de cana-de-açúcar e citrus, a pecuária, as indústrias sucroalcooleiras, sucocítricas, alimentícias e mecânica, que compõem o parque industrial da região.

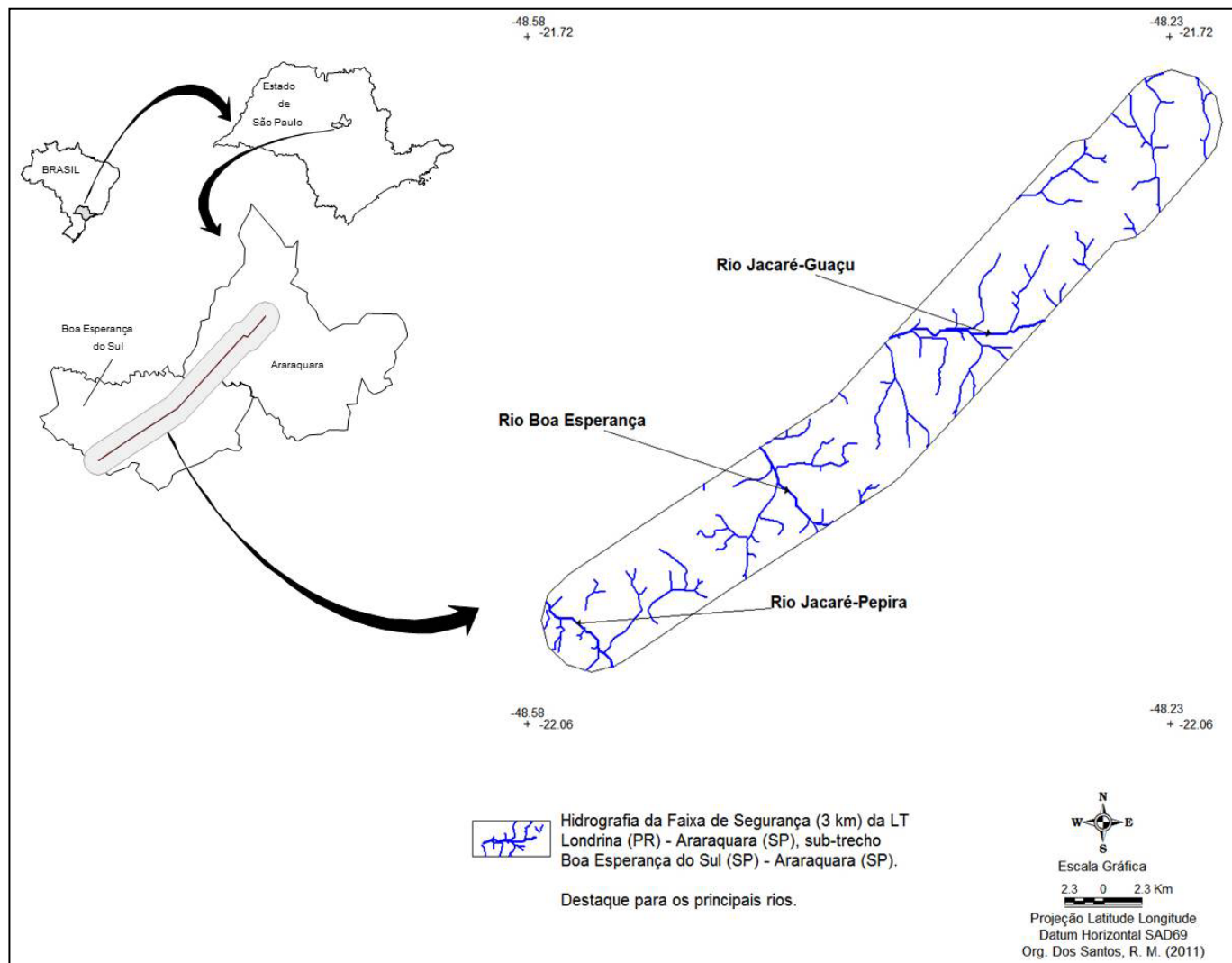


Figura 4. Carta Temática representando a hidrografia da Faixa de Segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP). Em detalhe os principais rios.

4.2. Caracterização dos Usos e Cobertura da Terra da Faixa de Segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

As classes de uso e cobertura da terra determinadas para a faixa de segurança (3 km) da linha de transmissão (LT) Londrina (PR) – Araraquara (SP), no sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP), para o ano de 2011 foram: Uso Antrópico Agrícola; Uso Antrópico Não Agrícola; Subestação; Faixa de Servidão; Vegetação Nativa, e; Ambiente Aquático (**Figura 5**). Os respectivos valores de suas áreas estão descritos na **Tabela 5**.

As atividades antrópicas agrícolas compreendem 73,31% da área de estudo, sendo a agricultura responsável por 70,98% desta ocupação. Este grau de ocupação antrópica é resultado do processo de expansão da fronteira agrícola pelo qual tem passado o estado de São Paulo nos últimos 50 anos, a partir da prática de cultivo inicialmente caracterizada pelo baixo uso de tecnologia, a atividades altamente tecnificadas e comerciais. Esta intensificação agrícola acarretou no aumento da pressão sobre os recursos naturais levando à degradação das terras, motivo de preocupação crescente entre os agricultores e o governo do Estado.

Em meados de 1950, os municípios paulistas se tornaram locais atrativos ao plantio de citrus (NEVES e LOPES, 2005), e, mais recentemente, ao plantio de cana-de-açúcar, resultando em grandes transformações na paisagem local, com a consequente perda de áreas naturais.

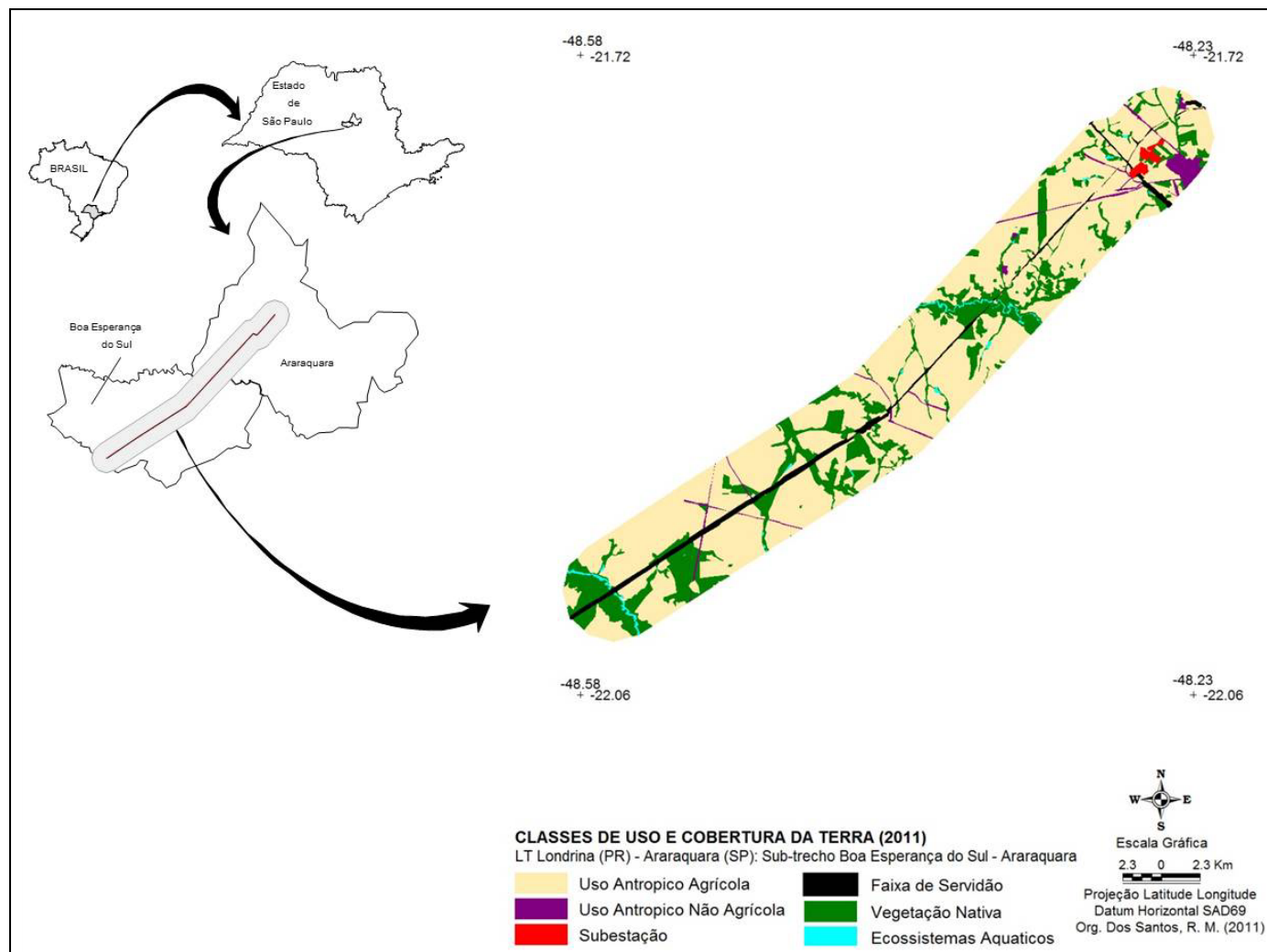


Figura 5. Classes de usos e cobertura da terra presentes na faixa de 3 km, determinada a partir da Linha de Transmissão Londrina (PR) - Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do Sul (SP) e Araraquara (SP), no ano de 2011.

A cultura canavieira teve seu crescimento impulsionado, principalmente, pelo aumento da demanda por etanol pela indústria automobilística brasileira. Desta forma, seu plantio avançou sobre áreas de pastagem, que por sua vez ficaram mais eficientes, utilizando menos terras para o mesmo tamanho de rebanho, desocupando mais áreas úteis. Além disso, a cultura canavieira também avançou sobre áreas outrora ocupadas por laranjais que, em alguns casos, ficaram menos rentáveis, bem como sobre áreas com plantio de milho e soja (TORQUATO, 2006).

Essa substituição de culturas pela cultura canavieira tem gerado um deslocamento espacial que pode levar a desmatamentos de áreas de vegetação nativa e diminuição na produção de alimentos. Desta forma, a grande preocupação acerca da expansão não sustentável das lavouras de cana-de-açúcar é que esta leve à ocupação de áreas de cerrado e floresta, devido ao deslocamento de culturas de alimentos, como soja, milho e até mesmo a pecuária (COELHO et al., 2007).

Com relação à ocupação urbana da faixa de segurança da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), foi possível observar que somente 0,94% da área encontra-se urbanizada (**Tabela 5**). Isto pode ser explicado, em parte, pela distância da implantação desse sub-trecho da LT em relação aos centros urbanos e, por outro lado, devido à baixa densidade populacional do município de Boa Esperança do Sul (**Tabela 1**), que detém grande parte do sub-trecho em questão.

A classe de vegetação nativa foi responsável pela ocupação de 21,35% da área de estudo (**Tabela 5**), representando um cenário bastante favorável para a conservação da biodiversidade. Este valor de cobertura vegetal deve-se, em parte, à presença de Áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Proteção Permanente

(APP), além da restrição de atividades agrícolas em áreas de cerrado e, à presença de áreas úmidas (Formação Justafluvial).

Os tipos fitofisionômicos de vegetação nativa possuem diferentes níveis de alteração e estão representados por Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual, Formação Justafluvial (Banhados, Mata Galeria, Várzea e solo exposto decorrente de alagamento) e Cerrado. Cerca de 16% da área de estudo compreende o domínio de formações florestais e somente 3,08% de Cerrado (**Tabela 5**).

É importante ressaltar a condição de comprometimento da integridade da vegetação nativa nesse sub-trecho da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), em função da condição de fragmentação, isolamento, ou da proximidade das áreas onde a atividade predominante é a agricultura, estando, portanto, sob forte pressão desta atividade (**Figura 5**).

A Floresta Estacional Semidecidual, presente em cerca de 5% da área de estudo, foi, provavelmente, o ecossistema mais devastado em todo o Brasil. Por estar localizada nas regiões mais populosas e, geralmente, associada a solos com altos índices de fertilidade, essa fitofisionomia foi completamente dominada pelo avanço das fronteiras agrícolas e, principalmente, pelo fato de que nesse ambiente existiam grandes populações de espécies de madeiras nobres e, portanto, de elevado interesse econômico (ATE, 2004).

A situação da vegetação nativa na área de estudo é semelhante à de outras regiões brasileiras, no que se refere à condição da vegetação primária, uma vez que a maior parte dos ecossistemas florestais foi quase totalmente dizimada.

A consequência direta dessa devastação foi a fragmentação da vegetação, sendo este um reflexo da falta de planejamento no manejo dos recursos naturais e,

especialmente, de disciplina no processo de ocupação territorial desvinculado do potencial do ambiente.

Tabela 5: Áreas (ha e %) das diferentes classes de uso e cobertura da terra para a faixa de segurança (3 km) da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho entre os municípios de Boa Esperança do sul (SP) e Araraquara (SP) em 2011.

Classes de Uso e Cobertura da Terra	Usos da Terra	Área (ha)	%
Uso Antrópico Agrícola	Agricultura	15.638,08	52,04
	Solo exposto	5.343,26	17,78
	Pastagem	902,30	3,00
	Desmatamento	146,46	0,49
Subtotal		22.030,10	73,31
Uso Antrópico Não Agrícola	Faixa de Servidão	647,54	2,15
	Malha Viária	305,83	1,02
	Área Urbanizada	283,57	0,94
	Subestação	120,24	0,40
Subtotal		1.357,18	4,52
Vegetação Nativa	Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial	3.321,92	11,05
	Floresta Estacional Semidecidual	1.682,35	5,60
	Cerrado	926,81	3,08
	Formação Justafluvial	485,56	1,62
Subtotal		6.416,64	21,35
Ecossistemas Aquáticos	Rios e córregos	150,37	0,50
	Lagoas, lagos e represas	95,96	0,32
Subtotal		246,32	0,82
TOTAL		30.050,24	100,00

Fonte: Dos Santos, R.M., 2011

A fragmentação florestal é uma das maiores ameaças para a conservação da biodiversidade dos remanescentes das florestas tropicais (SECRETARIA OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2006). Uma vez que a maior parte dos remanescentes florestais brasileiros se encontram na forma de fragmentos florestais, o interesse no estudo das consequências da fragmentação florestal sobre

a conservação da biodiversidade tem aumentado significativamente nos últimos anos (YOUNG et al., 2000; SEOANE, 2007; LAURENCE e VASCONCELOS, 2009; LÔBO et al., 2011). A justificativa para este crescente interesse é a constatação de que a maior parte da biodiversidade se encontra hoje localizada em pequenos fragmentos florestais, pouco estudados e historicamente marginalizados pelas iniciativas conservacionistas.

No interior do estado de São Paulo, houve um intenso processo de fragmentação florestal e os remanescentes florestais encontram-se isolados e, muitas vezes, rodeados por áreas cuja atividade preponderante é a agricultura. Desta forma, a ligação desses remanescentes isolados por corredores de vegetação nativa representa uma estratégia para mitigar os efeitos da ação antrópica e garantir a biodiversidade nos mesmos.

Neste contexto, apesar da área de cobertura vegetal florestal presente no sub-trecho da LT Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP) representar 16% da área total, em contraste com 73,31% de uso antrópico agrícola (**Tabela 5**), esses fragmentos florestais são de extrema importância para a manutenção da biodiversidade local. Por outro lado, as áreas de vegetação nativa remanescentes na paisagem proporcionam diversos benefícios para a sociedade através das funções ambientais: contribuem com a regulação climática, na formação do solo, na ciclagem dos nutrientes, no fornecimento de combustível, de fibras e substâncias farmacêuticas (BALMFORD et al., 2002).

Com relação ao Cerrado, a área de estudo apresenta apenas 926,81 ha, correspondendo a 3,08% da área total. No entanto, é importante ressaltar que no Estado de São Paulo a condição do Cerrado é de remanescentes, inseridos em uma paisagem predominantemente agrosilvopastoril e urbana. Desta forma, a

conservação desses remanescentes depende da pressão antrópica exercida pelas áreas de entorno destes fragmentos (BECERRA e BITENCOURT, 2008).

Por outro lado, fragmentos com pequena área, que estejam agrupados, podem ser reconectados pela recomposição da paisagem e estabelecimento de corredores ecológicos. Por outro lado, pequenos fragmentos de Cerrado isolados, caso não constituam *hot spots* de biodiversidade ou não abriguem espécies endêmicas estão sujeitos à substituição por paisagens antropizadas (JESUS e MIURA, 2009).

Segundo Viana e Pinheiro (1998), a definição de fragmentos prioritários para a conservação deve combinar uma análise de parâmetros que afetam a sustentabilidade dos fragmentos, incluindo classes de tamanho, grau de isolamento, forma, nível de degradação e risco de perturbação.

Na região onde se encontram as áreas sob influência da LT, existia uma predominância de áreas recobertas por vegetação nativa do tipo cerrado/cerradão. Entretanto a partir de um maior uso do solo na região e mesmo no estado de São Paulo como um todo, em decorrência da expansão das áreas destinadas a exploração agrícola e pecuária, essas florestas nativas foram suprimidas de forma sistemática, observando-se a existência nos dias atuais de poucos remanescentes. A exploração do cerrado, na maioria das vezes, ocorreu de forma desordenada, contribuindo para uma descaracterização deste importante bioma brasileiro.

As categorias de uso que mais pressionaram a reutilização e a ocupação dos solos, no período entre 1962 e 1984, foram: cana-de-açúcar, com ampliação de área de 34.750 hectares; citricultura com 25.600 hectares e reflorestamento com 17.950 hectares. Deve ser destacado que essas categorias de uso do solo

provocaram alterações não só nas áreas de cerrado, mas principalmente nas de pastagem, de culturas temporárias e permanentes (KRONKA, 1998)

A exuberância dos cerrados brasileiros é retratada desde as épocas mais antigas da nossa história. Assim, no “Mappa Florestal”, editado em 1912 pelo antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, órgão do então Ministério da Agricultura, Indústria e Comercio, já é muito bem demonstrada a sua presença juntamente com outros biomas brasileiros (SMA, 1987).

Um estudo realizado em 2002, concluiu que 55% do Cerrado já haviam sido desmatados ou transformados pela ação humana (MACHADO et al., 2004), o que seria equivalente a uma área de 880.000km², ou seja quase três vezes a área desmatada na Amazônia brasileira. Esta diferença se deve em parte ao modo que o Código Florestal trata os diferentes biomas brasileiros: enquanto é exigido que apenas 20% da área dos estabelecimentos agrícolas sejam preservadas como reserva legal no Cerrado, nas áreas de floresta tropical na Amazônia esse percentual sobe para 80%.

O respeito à legislação referente às áreas protegidas é um elemento primordial para a modificação da atual condição do bioma Cerrado. Nesta perspectiva, é de suma importância a manutenção das áreas de preservação permanente (APP), com ênfase às matas ciliares que constituem importantes corredores entre os fragmentos, e o estabelecimento das áreas de reserva legal contíguas.

Um dos principais desafios na conservação do Cerrado diz respeito à importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas. Portanto, o conhecimento sobre a biodiversidade e as implicações das alterações no

uso da terra sobre o funcionamento dos ecossistemas é fundamental para o debate “desenvolvimento *versus* conservação” (KLINK e MACHADO, 2005).

Com relação aos ecossistemas aquáticos, foi possível notar que a área de estudo possui uma rica rede de drenagem, representada principalmente pelos rios Jacaré-Guaçu, Boa Esperança e Jacaré-Pepira e, seus afluentes. No entanto esses ecossistemas estão inseridos em uma matriz agrícola, correspondendo a apenas 0,82% da área total estudada. Foi possível constatar que a presença desses rios está diretamente vinculada a presença de fragmentos vegetação nativa em muitos trechos da área estudada, principalmente devido a conservação de suas APPs, exigida pela legislação.

A interferência (direta ou indireta) de processos antrópicos nos Ecossistemas Aquáticos representa um fator limitante à conservação da biodiversidade, ao desenvolvimento populacional e também ao desenvolvimento econômico (produção agrícola), levando à degradação, poluição e fragmentação dos rios por barragens, muitas vezes construídas para o abastecimento de água de irrigação.

Esta alteração na disposição dos recursos hídricos representa um fator limitante à produção agrícola em longo prazo, expressando uma tendência mundial de superutilização da água. No ano de 2002 cerca de 70% da água doce utilizada em todo o mundo já era dedicada à agricultura (ROSEGRANT et al., 2002), o que sugere que a produção agrícola no futuro terá de se concentrar mais intensamente em sistemas de gestão ecologicamente sensíveis (CARPENTER et al., 2005).

4.3. Elaboração de Laudo Pericial

Com base no reconhecimento aéreo realizado sobre a área em estudo, foram observadas as diversas intervenções antrópicas decorrentes da implantação de duas Linhas de Transmissão: a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul – Araraquara; e, em paralelo, a LT da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, implantada anteriormente. No entanto, no presente trabalho foram avaliados somente os impactos decorrentes da implantação da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul – Araraquara.

Foi possível observar a presença de torres de transmissão em áreas de vegetação nativa. Também foi observado que grande parte do traçado da Linha de Transmissão atravessava áreas com culturas agrícolas e florestais (**Figura 6**).



Figura 6. Fotografia aérea identificando pastagens, culturas agrícolas e vegetação nativa no entorno de uma das torres de transmissão. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

O elevado custo das LT impõe a necessidade de minimizar as extensões dos trechos entre as sub-estações por traçados o mais direto possível. No entanto, na busca dessa solução idealizada, devem ser considerados os obstáculos configurados pela natureza e pela exploração humana das regiões, tanto no que se refere às instalações existentes ou em construção, quanto naqueles que se prevê realizar no futuro.

Os impactos diretos causados pela implantação de uma LT sobre a vegetação nativa estão relacionados, principalmente, à supressão da vegetação, levando a fragmentação, efeito de borda, estabelecimento de corredores sob as linhas de transmissão e a aceleração de processos erosivos do solo.

Dentre os problemas mais relevantes no que concerne a manutenção da vegetação sob LT estão as espécies de rápido crescimento, que exigem controle constante; o tombamento de árvores de grande porte sobre as LT, principalmente devido à ação de ventos, e/ou pelo efeito de borda; e a presença de áreas com declividades muito acentuadas, com potencial erosivo elevado (XAVIER et al., 2007).

A manutenção do fornecimento de energia elétrica sem risco de interrupção depende, portanto, do manejo empregado sobre a vegetação nativa localizada sob as LT. Desta forma, o manejo sustentável deverá priorizar a maior diversidade biológica e a diminuição dos riscos de interrupção do fornecimento de energia elétrica, sem que haja a fragilização do ambiente.

A busca por medidas que visem a redução de impactos na vegetação em áreas sob linhas de transmissão de energia elétrica, leva a adoção da prática da supressão seletiva da vegetação. Essas medidas estabelecem normas de restrição

ao corte da vegetação, eliminando-se apenas as árvores e ramos que possam causar danos às LT (ABREU et al., 2002).

Com relação a supressão vegetacional da LT Lodrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), as vistorias terrestres evidenciaram dois tipos de supressão da vegetação, a supressão permanente e a supressão temporária.

A supressão permanente, verificada na base das torres da LT e nos acessos às mesmas, consistiu na retirada total da vegetação arbórea e arbustiva inclusive da parte subterrânea. As árvores e arbustos foram arrancados do solo e retirados do local. Foi adotada uma manutenção periódica (roçadas) de modo a não permitir a regeneração da vegetação.

Por sua vez, a supressão temporária, realizada nas trilhas abertas para a colocação dos cabos de energia, consistiu no corte de árvores e arbustos a partir de 5 a 10 cm acima do solo, com posterior retirada do material cortado. Após o corte e uso do local, esse foi abandonado permitindo o rebrotamento dos troncos cortados e o crescimento de novos indivíduos (com ausência de manutenção por roçadas). Essas trilhas possuem uma largura de 3m e se situam nos vãos entre as torres.

No sub-trecho da LT objeto do presente trabalho foram analisados quatorze pontos, referentes à localização das torres de transmissão de energia elétrica (**Tabela 6**). Alguns pontos, como 05, 11 e 12, foram avistados somente durante os sobrevoos, portanto não tiveram suas coordenadas geográficas obtidas.

Foi realizada uma avaliação “*in loco*” das condições de integridade da vegetação nativa nas áreas de cada torre de transmissão, com especial atenção as condições de regeneração das picadas abertas (áreas de supressão vegetacional), tipo de vegetação e outras características necessárias para um perfeito

esclarecimento dos aspectos ambientais relacionados com a implantação da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP). Além disso, verificou-se a situação de cada um desses pontos no que diz respeito à condição legal, e à área efetivamente desmatada para implantação das torres de transmissão. Desta forma foi possível realizar uma caracterização da área de inserção de cada torre da LT, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Localização geográfica das torres de transmissão da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Ponto	Local	Coordenadas Geográficas	
		Latitude	Longitude
00	Subestação de Araraquara	-21.775944	-48.253022
01	Torre 228/2 - Fazenda Java	-21.855833	-48.347667
02	Torre 219/1 - Fazenda Pedra Branca	-21.923694	-48.420667
03	Torre 210/1 - Fazenda Flecha Azul I	-21.958750	-48.478000
04	Torre 203/2 - Fazenda Paraíso	-21.995111	-48.537222
05	Torre 212/2 - Fazenda Santa Maria	-----	-----
06	Torre 211/2 - Fazenda Forquilha	-21.954222	-48.470806
07	Torre 204/1 - Fazenda Pantano	-21.984278	-48.519444
08	Torre 204/2 - Fazenda Pântano	-21.992083	-48.532139
09	Torre 205/1 - Fazenda Pântano	-21.986611	-48.523056
10	Torre 205/2 - Fazenda Pântano	-21.989306	-48.532139
11	Torre 217/2 - Fazenda Boa Esperança	----	----
12	Torre 215/1 - Fazenda Indianópolis	----	----
13	Torre 200/1 - Fazenda Flórida	-22.009500	-48.560111
14	Torre 214/2 - Fazenda Forquilha	-21.940583	-48.448528

Fonte: MARTINS FILHO, 2011

Ponto 01 – Torre autoportante de número 228/2 → localizada na Fazenda Java (**Tabela 6**), esta torre possui uma altura de 55,50 metros. Está inserida em uma área de formação justafluvial, constituída por uma várzea, na margem esquerda do Rio Jacaré-Guaçu, estando inserida, portanto, em uma APP. Sua caracterização fitofisionômica está associada a presença de mata paludosa, sendo esta uma vegetação associada a cursos d'água ou a nascentes diversas, permanentemente inundáveis (**Figuras 7 a 10**). Não foram identificadas áreas de reserva legal devidamente averbadas.



Figura 7. Fotografia identificando a base da Torre autoportante 228/2, localizada na fazenda Java. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 8. Fotografia aérea identificando a torre de transmissão autoportante 228/2, visualizando-se a picada de serviço (área de supressão vegetal). Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 9. Fotografia identificando o interior da picada de serviço da torre de transmissão autoportante 228/2, em estágio inicial de regeneração. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 10. Fotografia identificando o interior da picada de serviço da torre de transmissão autoportante 228/2, evidenciando a saturação do solo por água, o que caracteriza esta área como uma APP. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 02 – Torre autoportante 219/1 → localizada na Fazenda Pedra Branca (**Tabela 6**), esta torre apresenta uma altura de 43,50 metros, estando localizada em uma área de Floresta Mesófila Semidecídua, com elevada declividade e por isso caracterizada como uma área de preservação permanente (APP). A picada (área de supressão vegetacional) aberta para a passagem do cabeamento apresenta baixa regeneração, entretanto não foram observados sinais de corte de árvores, a não ser em um antigo carreador, provavelmente efetivado antes da implantação das torres (**Figuras 11 a 14**). Neste trecho, não foram identificadas áreas de reserva legal devidamente averbadas.



Figura 11. Fotografia identificando a torre de transmissão autoportante 219/1, localizada na Fazenda Pedra Branca, evidenciando a condição de declividade que caracteriza essa área como uma APP. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 12. Fotografia identificando uma das picadas de serviço da torre de transmissão autoportante 219/1. Nela a interferência da implantação da

LT sobre a vegetação foi minimizada pela existência de uma antiga trilha. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 13. Fotografia identificando as condições da vegetação no entorno da base da torre de transmissão autoportante 219/1. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 14. Fotografia identificando as condições de uma das picadas de serviço da torre de transmissão autoportante 219/1. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 03 – Torre autoportante 210/1 → localiza-se na Fazenda Flecha Azul I e possui uma altura de 46,50 metros e um vão de 504 metros. Está inserida em uma área cujo tipo fitosionômico predominante é o Cerrado (cerradão). Não foram identificadas áreas de reserva legal devidamente averbadas (**Figuras 15, 16 e 17**).



Figura 15. Fotografia aérea identificando a torre de transmissão autoportante 210/1, localizada na Fazenda Flecha Azul I. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

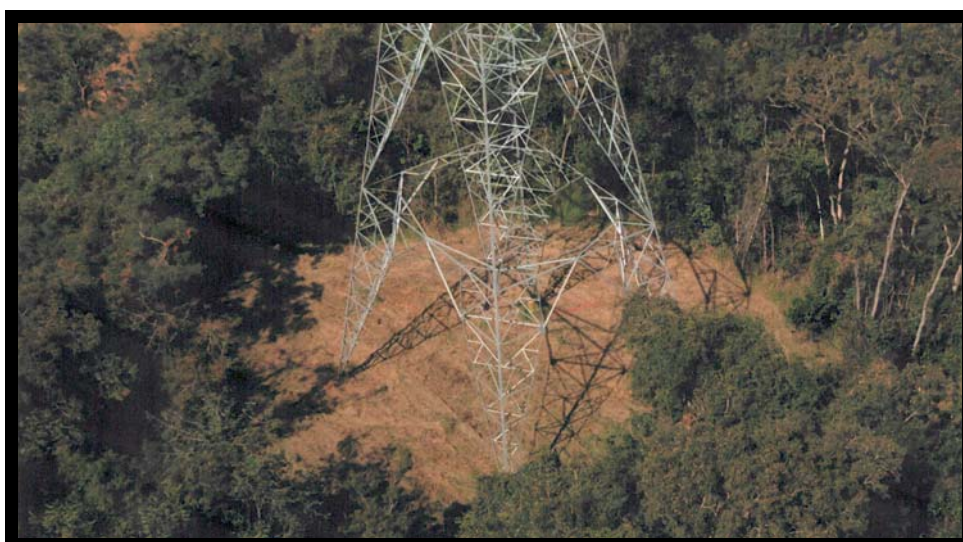


Figura 16. Fotografia aérea evidenciando a supressão permanente da vegetação na base da torre de transmissão autoportante 210/1. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 17. Fotografia aérea evidenciando a inserção da torre de transmissão autoportante 210/1 em área de Cerrado (cerradão), nas proximidades da sede da Fazenda Flecha Azul I. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 04 – Torre autoportante 203/2 → localizada na Fazenda Paraíso, essa torre de transmissão apresenta uma altura de 48,50 metros e um vão de 460 metros. A distância da torre até o carreador de acesso é de 250 metros. O tipo fitofisionômico encontrado nessa área é o Cerrado (cerradão). Verificamos que as duas picadas de acesso apresentam características bem diferentes, um deles do carreador até a torre com indicativos de limpeza e tráfego de veículos, enquanto que a outra picada de acesso apresentava-se com uma boa regeneração da vegetação nativa. De acordo com informações do administrador da fazenda onde essa torre está inserida, o tráfego de veículos provavelmente é decorrente de trânsito de caçadores não autorizados (**Figuras 18 a 22**). A torre encontra-se implantada em uma área de reserva legal (AV-3-678).



Figura 18. Fotografia aérea da torre de transmissão autoportante 203/2, localizada na Fazenda Paraíso. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

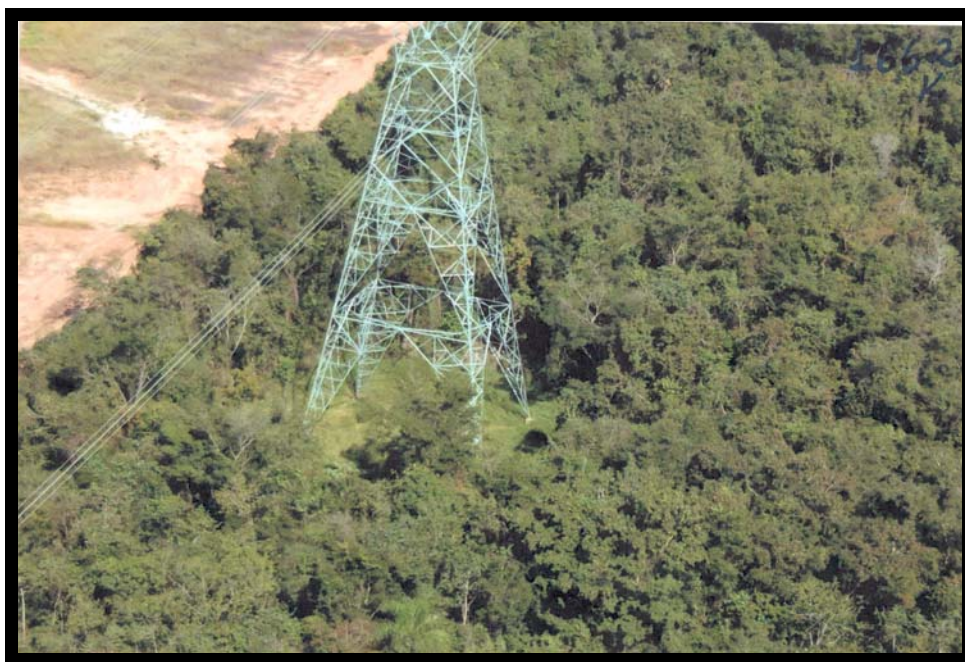


Figura 19. Fotografia aérea evidenciando a supressão permanente da vegetação de Cerrado (cerradão), realizada na base da torre de transmissão autoportante 203/2. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 20. Fotografia evidenciando a picada de serviço da torre de transmissão autoportante 203/2. É possível perceber o baixo nível de regeneração, provavelmente em função do trânsito de pessoas e veículos. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 21. Fotografia evidenciando a supressão permanente da vegetação do tipo Cerrado (cerradão) na trilha de serviço da torre de transmissão autoportante 203/2. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 22. Fotografia evidenciando a vegetação no entorno da base da torre de transmissão autoportante 203/2. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 05 – Torre autoportante 212/2 → localizada na Fazenda Santa Maria, essa torre de transmissão está inserida em uma área cuja vegetação predominante é representada por gramíneas (**Figuras 23 e 24**). Não existe área de reserva legal devidamente averbada.



Figura 23. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão autoportante 212/2, localizada na Fazenda Santa Maria. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 24. Fotografia evidenciando a vegetação de gramíneas na base da torre de transmissão autoportante 212/2. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 06 – Torre autoportante 211/2 → localizada na Fazenda Forquilha, essa torre de transmissão apresenta uma altura de 48,50 metros e vão entre as torres de 475 metros. Situa-se em local com vegetação de Cerrado (cerradão) e às margens de um carreador de acesso. A área desmatada para implantação da torre foi estimada em cerca de 800 m², área bem superior às bases das demais torres (**Figura 25**). A propriedade apresenta área de reserva legal devidamente averbada (AV-4-670), na qual se localiza a torre.



Figura 25. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão autoportante 211/2, localizada na Fazenda Forquilha. Essa torre está inserida em meio a vegetação de Cerrado (cerradão), às margens de um carreador de acesso. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 07 – Torre autoportante 204/1→ localizada na Fazenda Pântano, essa torre de transmissão encontra-se implantada em área com vegetação tipo Cerrado (cerradão), tendo sido observada excelente regeneração da vegetação nativa, com exceção da trilha de acesso ao carreador, na qual se observou claramente corte recente de árvores. A propriedade não apresenta área de reserva legal devidamente averbada.

Ponto 08 – Torre autoportante 204/2→ localizada na Fazenda Pântano, essa torre de transmissão encontra-se implantada em área com vegetação tipo Cerrado (cerradão) em excelente estado de conservação. A propriedade não apresenta área de reserva legal devidamente averbada.

Ponto 09 – Torre autoportante 205/1 → localizada na Fazenda Pântano e implantada em área com vegetação tipo Cerrado (cerradão) em excelente estado de conservação.

Ponto 10 – Torre autoportante 205/2 → localizada na Fazenda Pântano e implantada em área com vegetação tipo Cerrado (cerradão) em excelente estado de conservação.

Com relação às torres localizadas na Fazenda Pântano é conveniente ressaltar que todas elas encontram-se em um fragmento florestal do tipo Cerrado (cerradão), em excelentes condições de conservação, conforme pode ser observado nas **Figuras 26, 27, 28 e 29**. Verificou-se que com exceção dos acessos das quatro torres ao carreador a picada aberta que foi utilizada para o levantamento dos cabos, provavelmente utilizou-se de uma antiga trilha existente no interior da mata, devido sua característica de alta densidade vegetacional.



Figura 26. Fotografia aérea da localização das torres de transmissão autoportantes 204/1 a 205/2, localizadas na Fazenda Pântano, todas inseridas em meio a vegetação de Cerrado (cerradão). Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 27. Fotografia aérea evidenciando a base de uma das torres de transmissão autoportantes localizadas na Fazenda Pântano. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 28. Fotografia aérea evidenciando a sequência de torres de transmissão autoportantes instaladas na Fazenda Pântano, bem como o paralelismo entre a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), e a LT da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista. Em detalhe as diferenças na supressão vegetacional entre as duas LT. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 29. Fotografia evidenciando a condição da vegetação da picada de serviço entre as torres de transmissão autoportantes 204/1 e 205/2, localizadas na Fazenda Pântano. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

A área compreendida pela implantação das torres na Fazenda Pântano compõe um maciço vegetacional constituído por Cerrado (cerradão). Verifica-se que a trilha de serviço por onde passou os cabos da Linha de Transmissão coincidiu com uma trilha pré-existente. Esta afirmação está baseada nas seguintes observações: trilha de 4,5m de largura, mais larga que a aberta pela empresa responsável pela LT Londrina (PR) – Araraquara (SP) em outras áreas; ausência de corte de árvores; solo compactado e sulcos indicando que foi carroçável. A regeneração foi constituída predominantemente por cipós (compactação do solo) e o dossel esteve ausente na trilha.

Na área da Fazenda Pântano, é bastante visível o baixo impacto provocado pela instalação da LT Araraquara – Londrina, quando se compara com os impactos sobre a vegetação nativa provocado pela Linha de Transmissão da Companhia de

Transmissão de Energia Elétrica Paulista, que se encontra instalada em paralelo (**Figura 27**). Nessa área, foi detectada de forma visual e/ou auditiva a presença de primatas, felídeos, cervídeos e canídeos, como macaco-bugio, veado, lobo-guará, cachorro do mato e onça-parda acompanhada de filhotes (**Figuras 30 e 31**).

Ponto 11 – Torre estaiada 217/2→ localizada na Fazenda Boa Esperança, essa torre de transmissão apresenta uma altura de 39,0 metros e o vão entre as torres é de 555,0 metros. Encontra-se instalada em área com cultivo de citrus (laranja). Os cabos passam sobre áreas de vegetação nativa (**Figuras 32 e 33**). A propriedade apresenta área de reserva legal devidamente registrada em cartório, (AV-3-5228), distribuídas em duas glebas.



Figura 30. Fotografia evidenciando a presença de animais no Cerrado (cerradão) onde estão inseridas as torres de transmissão autoportantes 204/1 a 205/2, localizadas na Fazenda Pântano. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 31. Fotografia evidenciando rastros de animais no carreador ao lado do cerrado da Fazenda Pântano. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 32. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão estaiada 217/2, localizada na Fazenda Boa Esperança, em meio a plantação de citrus. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 33. Fotografia aérea evidenciando a passagem dos cabos de transmissão, oriundos da torre de transmissão estaiada 217/2, sobre área com vegetação nativa. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 12 – Torre autoportante 215/1 → localizada na Fazenda Indianópolis, essa torre de transmissão possui uma altura de 46,50 metros e com um vão entre as torres de 555,0 metros. Encontra-se instalada em uma área entre plantios de citrus e área com vegetação tipo Cerrado (cerradão) (**Figura 34**). A propriedade apresenta área de reserva legal devidamente averbada (AV-8-5382).



Figura 34. Fotografia aérea da localização da torre de transmissão autoportante 215/1, localizada na Fazenda Indianópolis entre uma área de Cerrado (cerradão) e uma área de citricultura. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 13 – Torre autoportante 200/1 → localizada na Fazenda Florida, essa torre de transmissão possui uma altura de 61,50 metros e vão de 490 metros. Localiza-se em área de preservação permanente do Rio Jacaré-Pepira a uma distância de aproximadamente 45 m da margem deste rio (**Figuras 35, 36, 37 e 38**).



Figura 35. Fotografia aérea de localização da torre de transmissão autoportante 200/1, localizada na Fazenda Flórida. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 36. Fotografia aérea de localização da torre de transmissão autoportante 200/1, evidenciando sua inserção na Área de Proteção Permanente do rio Jacaré-Pepira. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 37. Fotografia evidenciando a picada de serviço da torre de transmissão autoportante 200/1, localizada na Fazenda Flórida. Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 38. Fotografia evidenciando a vegetação no entorno da base da torre de transmissão autoportante 200/1, localizada na Fazenda Flórida. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Ponto 14 - Torre estaiada 214/2→ localizada na Fazenda Forquilha, esta torre de transmissão foi estabelecida para permitir a transposição da Linha de Transmissão para a próxima torre (Torre 215/1) localizada na Fazenda Indianópolis, evitando desta maneira o corte da vegetação para abertura da picada de acesso. No local ocorre predominância de gramíneas de modo geral, conforme pode ser visto na **Figura 39**.



Figura 39. Fotografia de localização da torre de transmissão estaiada 214/2, localizada na Fazenda Forquilha. Martins Filho, C. A. de S. (2008).

Na **Tabela 7**, estão descritos os tipos de cobertura da terra e as áreas de vegetação suprimidas para a implantação de cada torre de transmissão.

É possível verificar que o total da supressão de vegetação para a implantação das torres foi no máximo de 9.000 metros quadrados, ou seja, 0,9 hectares, correspondentes a dez bases de torres que foram implantadas em locais com vegetação nativa, com uma área média de 900 metros quadrados cada.

Por outro lado, para o cálculo da área desmatada para passagem dos cabos, chegou-se a valores máximos de supressão de vegetação nativa na ordem de 1,7 hectares e a valores mínimos de 0,5 hectares. Essa variação foi decorrente da metodologia utilizada. Ou seja, para os valores máximos adotou-se o vão entre as torres enquanto que para os valores mínimos adotou-se a área efetivamente limpa (faixa de passagem com três metros de largura) necessária para o cabeamento.

Tabela 7. Cobertura da terra e área (m²) de vegetação suprimida na base das torres de transmissão da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Torre	Fitofisionomia	Condição Legal	Área de vegetação suprimida (m²)
228/2	Formação Justafluvial	APP	900
219/1	Floresta Mesófila Semidecídua	APP	900
210/1	Cerrado (cerradão)	Não averbada	900
203/2	Cerrado (cerradão)	Reserva Legal	900
212/2	Gramíneas	----	----
211/2	Cerrado (cerradão)	Reserva Legal	900
204/1	Cerrado (cerradão)	Não averbada	900
204/2	Cerrado (cerradão)	Não averbada	900
205/1	Cerrado (cerradão)	Não averbada	900
205/2	Cerrado (cerradão)	Não averbada	900
217/2	Citricultura	----	----
215/1	Citricultura/Cerrado (cerradão)	----	----
200/1	Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial	APP	900
214/2	Gramíneas	----	----
TOTAL			9000

Fonte: MARTINS FILHO, 2011

Os dados obtidos apresentaram consistência quando comparados com aqueles relacionados com a área total de supressão de vegetação necessária para a implantação do empreendimento, incluindo aquelas destinadas às bases das torres e a faixa de serviço com três metros de largura os quais totalizam 13,70 ha em território paulista. Na documentação constante no processo verificou-se que a Linha de Transmissão possui 362,70 km de extensão; utilizando uma faixa de servidão de 60 metros de largura, ocupando uma área de 2.176,20 ha, dos quais 9,38% (204,28 ha) são constituídos por remanescentes florestais. Foi possível observar que apenas 15,45 ha foram suprimidos (0,72% da área total) ou 7,71% da área de vegetação existente na faixa de domínio. É conveniente ressaltar que a supressão na faixa de serviço trata-se na realidade de uma supressão temporária como foi observada nos trabalhos de campo.

Nas áreas onde ocorreu a supressão total e permanente foram realizadas roçadas periódicas inibindo o processo de regeneração. Nas áreas com supressão parcial ou temporária da vegetação, a mesma se encontra no início e em franca regeneração. Não houve tempo suficiente para regeneração completa, que pode levar cerca de 20 anos.

Um fator adicional à redução dos impactos ambientais foi a existência de um paralelismo com a Linha da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, anteriormente implantada, conforme pôde ser observado em condições de campo (**Figuras 40 e 41**). Foi possível observar que a Linha de Transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), provocou impactos ambientais negativos menores quando comparados com os impactos sobre a vegetação nativa provocado pela Linha de Transmissão que se encontra instalada em paralelo.



Figura 40. Fotografia aérea evidenciando o paralelismo entre a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), e a LT da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (localizada à esquerda). Martins Filho, C. A. de S. (2008).



Figura 41. Fotografia evidenciando a diferença entre os tipos de supressão vegetal entre a LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), e a LT instalada pela Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista.

O reconhecimento aéreo evidenciou as diferenças existentes entre as duas Linhas de Transmissão no trecho entre as margens do Rio Jacaré-Pepira (município de Boa Esperança do Sul) e a subestação de Furnas (município de Araraquara). Assim, os impactos ambientais negativos foram minimizados. Pode-se afirmar que se não fosse adotada a implantação da Linha de Transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), em paralelo à Linha de Transmissão já existente, os impactos ambientais negativos seriam infinitamente superiores.

Outro fator que sem dúvida contribuiu para a redução dos impactos ambientais negativos foi a alternativa tecnológica adotada para a implantação das torres, cujas alturas são maiores do que as convencionais. A menor altura verificada foi de 40,50 m, enquanto que a maior altura foi de 61,50 m.

As LT convencionais (torres de 30m) tanto no vão das torres como no vão entre as torres necessitam da retirada total e permanente da vegetação arbórea numa faixa de 50m ou mais de largura, uma vez que a proximidade de árvores em relação aos fios de alta tensão, ou ao campo magnético originado pela passagem de eletricidade nos fios, podem ocasionar fluxo de energia para o solo ou formação de campo magnético no solo. Esse tipo de LT necessita de manutenção constante da vegetação mantendo-a com porte baixo através de corte e retirada das árvores e arbustos mais altos.

Apesar da supressão da vegetação na base das torres da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), ser semelhante às LT convencionais (supressão total e permanente), existe uma grande diferença no que concerne à supressão de vegetação no vão entre as torres. Enquanto nas LT convencionais a retirada da vegetação arbórea é total e

permanente numa faixa maior que 50m de largura, na LT objeto do presente estudo, a vegetação arbórea é mantida intacta com exceção de uma faixa de três metros de largura usada para estender os cabos e abandonada após o seu uso, com conseqüente regeneração da vegetação ao longo do tempo.

Desta maneira, no presente estudo, os impactos ambientais negativos estiveram relacionados diretamente com a supressão da vegetação nativa e suas conseqüências para a fauna. Entretanto, convém ressaltar que a implantação da Linha de Transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP) provocou, na área em estudo, pouca alteração na vegetação nativa, conforme pôde ser verificado nas observações de campo.

Também é importante ressaltar que a fragmentação da vegetação nativa já era presente no trecho, em face de ocupação agrícola não somente na região, mas no estado de São Paulo como um todo.

De um modo geral, a fragmentação da paisagem tem sido um dos aspectos mais marcantes de alteração florestal causada pelo homem. A modificação dos habitats tornou-se uma das principais causas da extinção de espécies e conseqüente perda de biodiversidade. Assim, fragmentos florestais são, portanto, áreas de vegetações naturais interrompidas por barreiras antrópicas ou mesmo naturais, capazes de diminuir significativamente, o fluxo dos animais, pólen ou sementes (SOARES, 2007).

A fragmentação de ecossistemas florestais é um processo histórico no interior do Estado de São Paulo devido à expansão agrícola e urbana. De um total de 80% do território do Estado coberto por formações nativas, em 2003, foi constatado por Kanashiro et al., (2003), que menos de 13% dessas formações constituíam remanescentes.

Quando analisados em um município em particular (KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al., 2005) ou uma bacia hidrográfica (VALENTE e VETORAZZI, 2005) do interior do Estado, percebe-se claramente quão pequenos e espaçados são esses fragmentos. Esse processo vem ocorrendo a despeito da existência da legislação (BRASIL, 1965) e de trabalhos científicos que alertam para a problemática da destruição dos ecossistemas florestais (LIMA e ZAKIA, 2001).

Foi possível observar que apenas 2 das 14 torres de transmissão verificadas “*in loco*” encontram-se em Área de Reserva Legal (RL) devidamente averbada. As chamadas RL incidem sobre todas as propriedades e tem como objetivo a preservação da biodiversidade. De acordo com o Código Florestal Brasileiro elas devem ser averbadas junto à serventia imobiliária. Tais áreas assumem caráter de perpetuidade, ficando vinculadas mesmo em caso de transmissão de domínio, de desmembramento ou de retificação da propriedade.

Por sua vez, as Áreas de Preservação Permanente (APP) também previstas no Código Florestal, existem por força de lei. Não há necessidade de qualquer ato administrativo delimitando tais áreas, que são protegidas pela simples constatação de existência de alguma das situações físicas descritas na legislação.

Considerando as RL averbadas na área de estudo, quando da época de instalação da LT, foi constatada a supressão vegetal definitiva de 1.800 m² (correspondentes a duas torres de transmissão) de vegetação nativa. É necessário considerar a supressão total de vegetação de mais cinco torres de transmissão, correspondendo a 4.500 m² de Cerrado (cerradão) não averbado.

Na **Tabela 8** são apresentados os dados de cobertura vegetal nativa na trilha e na área intacta ao longo da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Tabela 8. Porcentagem de cobertura vegetal nativa nas áreas intactas e nas trilhas ao longo da linha de transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Fitofisionomia	Trilha (%)	Área intacta (%)
Formação Justafluvial (Áreas úmidas)	40,00	86,50
Cerrado (cerradão) - média de 7 locais	63,93	81,79%
Média geral	51,96	84,14

Fonte: MARTINS FILHO, 2011

Verifica-se que ocorrem duas fitofisionomias atingidas pela linha de transmissão dentro das Reservas Legais, Formação Justafluvial e Cerrado (**Tabela 8**). A diferença entre cobertura do dossel da trilha e de área intacta foi menor no cerrado, quando comparada com àquela apresentada pela Formação Justafluvial. Considerando a margem de erro, devido a erros metodológicos, e que a cobertura partiu de zero por cento na trilha pode se considerar que as áreas das trilhas no Cerrado se encontram em estágio bastante avançado de proteção ao solo, ao contrário das áreas com Formação Justafluvial.

A Formação Justafluvial, localizada na Fazenda Java, onde está inserida a torre de transmissão 228/2, possui um dossel de 12 m, com árvores cujo diâmetro à altura do peito varia de 10 a 20 cm. A distância média entre as árvores é de 1,5 m.

A **Tabela 9** apresenta a condição da vegetação das parcelas amostradas em áreas com Formação Justafluvial, na trilha e na área intacta, a fim de se verificar seu grau de regeneração.

Na Formação Justafluvial, devido à saturação do solo por água e conseqüente falta de oxigênio para a respiração das raízes, existe uma seleção de espécies com adaptações a anoxia. Algumas dessas espécies são exclusivas nesse ambiente e outras são capazes de resistir à deficiência de oxigênio no solo. As

condições hídricas do solo e o sombreamento dificultam a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas, determinando um sub-bosque com poucos indivíduos. As árvores têm altura reduzida (média de 12 m), devido às condições do solo, e a densidade de plantas por hectare é elevada.

Tabela 9. Condição de regeneração da Formação Justafluvial nas parcelas amostradas na trilha e em área intacta. Comparação de dados entre trilha de serviço e área intacta, ao longo da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP). Tamanho das parcelas das amostras: 3,5 x10 m.

Local	Característica da Vegetação	Média dos Pontos Amostrados
Trilha	Mortas (sem rebrota)	7,5
	Vivas (com rebrota < 1 m de altura)	1,5
	Vivas (com rebrota 1 a 2 m de altura)	3,5
	Vivas (com rebrota > 2 m de altura)	4
	Plantas jovens	3
Área Intacta	Mortas	0,5
	Vivas	14,5
	Plantas jovens	5

Fonte: MARTINS FILHO, 2011

Dentre as espécies representativas da fitofisionomia Formação Justafluvial, encontradas na área de estudo, destacam-se: *Talauma ovata* (pinha do brejo); *Vitex montevidensis* (tarumã); *Tabebuia umbellata* (ipê-do-brejo); *Aniba firmula* (canela); *Eugenia speciosa* (laranjinha-do-mato);

Entre as do segundo grupo: *Calophyllum brasiliensis* (guanandi); *Cecropia pachystachia* (embaúba), presente em grande número na trilha; *Pera obovata* (pau-de-sapateiro); *Euterpe edulis* (palmitreiro); *Protium almecega* (Almecegueira).

A regeneração dessas matas, tanto a partir de sementes como por rebrota, é dificultada pelas condições ambientais de anoxia no solo. Isto pode ser observado pelo pequeno número de espécies regenerantes na área intacta e na trilha aberta, como também no número de rebrotas. A presença de indivíduos de *Cecropia pachystachya* (espécie pioneira no processo de regeneração natural de floresta) com altura acima de 1,5 m indica um processo inicial de sucessão.

Por sua vez, a vegetação de Cerrado se desenvolve principalmente em solos arenosos, profundos, pobres em nutrientes e em regiões com acentuada estiagem de chuva no inverno. No entanto, apresenta uma variada e rica flora (cerca de 6.000 espécies de vegetais superiores) e que dá suporte a uma fauna também rica e específica.

Segundo a Resolução SMA/SP 55, de 13 de outubro de 1995 e/ou o Decreto 49.141 de 28 de dezembro de 1967, o Cerrado subdivide-se em: Cerradão; Cerrado *strictu sensu*; Campo sujo ou campo cerrado; Campo limpo ou campo propriamente dito, e; Campo úmido de cerrado.

Na área de influência da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), o tipo fitofisionômico representativo foi o Cerradão. Isto pôde ser constatado “*in loco*” devido às características da vegetação, como altura das árvores, características dos troncos e constituição do dossel contínuo ou semicontínuo.

As áreas de Cerrado (cerradão) cortadas pela LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), presentes nas fazendas: Flecha Azul I (Torre 210/1); Paraíso (Torre 203/2); Forquilha (Torre 211/2); Pântano (Torre 204/1) e; Flórida (Torre 200/1); apresentam características semelhantes, sendo assim, foram analisadas em conjunto. Desta

forma, a condição da vegetação das parcelas amostradas nessas áreas de Cerrado (cerradão), na trilha e na área intacta, está descrita na **Tabela 10**.

Tabela 10. Condição de regeneração da vegetação de Cerrado nas parcelas amostradas na trilha e na área intacta, ao longo da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

Local	Vegetação	Fazendas									Média	Desvio Padrão
		Flecha Azul		Paraíso		Forquilha		Pântano		Flórida		
		Amostras										
		1	2	1	2	1	2	1	2	1		
		Tamanho da parcela (m)										
4x10	4x10	3,5x10	3,5x10	3,5x10	3,5x10	3x10	3x10	3x10				
Trilha	Morta (sem rebrota)	3	0	0	5	4	1	5	7	1	2,89	2,44
	Viva (rebrotas > 1m)	0	5	2	1	0	3	0	4	0	1,67	1,50
	Viva (rebrotas 1-2 m)	1	5	3	2	3	3	4	4	4	3,22	0,70
	Viva (rebrotas >2m)	4	5	3	3	3	7	10	4	11	5,56	3,23
	Regeneração (plântulas)	5	4	3	4	4	3	8	8	7	5,11	2,12
Área intacta	Mortas	3	2	0	3	1	2	2	1	2	1,78	0,91
	Vivas	13	14	11	17	16	7	18	15	12	13,67	3,61
	Regeneração	6	4	3	2	8	3	3	5	3	3,86	1,89
Característica da Vegetação										Média	Desvio Padrão	
Altura do Dossel (m)	10		8		10		7		8		8,60	1,10
Diâmetro Médio das Árvores (cm)	15		8		11		7		8		8,20	1,72

Fonte: MARTINS FILHO, 2011

Dentre as espécies representativas da fitofisionomia Cerrado (cerradão), encontradas na área de estudo, destacam-se: *Anadenanthera falcata* (angico preto); *Cariocar brasiliensis* (pequi); *Copaifera langsdorffii* (copaíba); *Dimorphanadra mollis* (barbatimão-de-folha-miuda); *Diospirus inconstans* (caqui-do-cerrado) *Luehea*

grandifolia (Açoita-cavalo de folha graúda); *Machaerium acutifolium*; *Myrcia bella*; *Pterodon pubescens* (faveiro); *Siparuna guianensis* (café-do-cerrado); *Stryphnodendron polyphyllum* (barbatimão); *Xilopia aromática* (pimenta-de-macaco).

As características do solo e sazonalidade pluviométrica favoreceram o desenvolvimento de estruturas vegetais adaptadas a essas condições. Entre as adaptações, a presença de um sistema subterrâneo bem desenvolvido e uma casca morta espessa. Essas duas características permitem que as espécies, que as possuem, apresentem um alto grau de rebrotamento e regeneração ao fogo e ao corte. Porém, a regeneração por sementes é dificultada, embora existente. O crescimento das espécies é demorado de acordo com dados da literatura especializada, e demonstram que a regeneração de cerrado após 20 anos não chegou ao nível de antes do impacto.

Os dados coletados (**Tabela 10**) permitiram verificar, com relação à regeneração, que poucos indivíduos apresentaram ausência de rebrotamento. A maioria dos indivíduos rebrotados apresentou altura superior a dois metros, a regeneração por plântulas foi pequena tanto na trilha como na área intacta e o número de indivíduos vivos na trilha e na área intacta foram semelhantes.

Ao longo da Linha de Transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP, sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), foram observadas outras regiões com vegetação nativa como: Fazenda Pedra Branca, local de inserção da torre de transmissão 219/1; Fazenda Forquilha, local de inserção da torre de transmissão 214/2; Cia. Agrícola São Jorge, local de inserção da torre de transmissão 212/1; Fazenda Pântano;

A Fazenda Pedra Branca apresentou vegetação do tipo Floresta Estacional Decidual (perde as folhas na estação desfavorável, no caso no período seco - inverno). A principal espécie representativa desse tipo fitofisionômico no local foi a *Anadenanthera macrocarpa* (Angico), espécie pioneira, heliofita, comum em locais com solos bem drenados podendo formar talhões homogêneos. Nessa fazenda, a trilha para colocação dos cabos de energia apresentou alta declividade e coincidiu com antiga estrada na qual houve aplainamento do terreno. A espécie dominante nas laterais da trilha a *Anadenanthera macrocarpa* (Angico), com altura em torno de 10 m e espaçamento bastante irregular. Na trilha, além desta espécie, foram identificadas *Trema micrantha*, *Celtis. sp* e *Bauhinia. sp*, sendo essas espécies pioneiras. A interferência na vegetação do local foi minimizada pelo aproveitamento de uma estrada preexistente, não sendo necessária, neste caso, a abertura de uma nova estrada.

Na fazenda Forquilha foi identificada uma transição da Formação Justafluvial para vegetação de Cerrado. A área de baixo é constituída predominantemente por gramíneas (*Panicum rivulare*) e, esparsamente, observa-se a presença de espécies arbustivas e arbóreas principalmente de *Cecropia pachystachya* (embaúba) e *Solanum paniculatum* (jurubeba). A área de vegetação do tipo Formação Justafluvial, provavelmente foi ocupada, no passado, por mata ripária, atualmente, não só na área da Linha de Transmissão, mas em grande extensão ao longo de um provável curso d'água, ela se apresenta degradada. Na área de cerrado as árvores tem altura entre 4 a 5 m e distanciamento irregular, constituindo um aglomerado de árvores, imerso em uma matriz graminosa constituída por *Urochloa decumbens* (Stapf). Na área de Cerrado dessa Fazenda

foram identificadas as seguintes espécies: *Xylopia aromatica*; *Anadenanthera falcata*; *Luehea grandiflora*; *Copaifera langsdoffii* e; *Machaerium acutifolium*.

Com base na comparação entre a atual área de Cerrado da Fazenda Forquilha, com imagens referentes ao ano de 2004, constatou-se uma evolução na regeneração dessa fitofisionomia. Portanto, foi possível concluir que não houve alteração significativa nessa fitofisionomia em decorrência da instalação da nova LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

A fitofisionomia da Cia. Agrícola São Jorge é representada por um Cerrado esparsos com distância média entre indivíduos de 8 m e altura média de 5 m. Essa região apresenta um solo do tipo franco-arenoso. O estrato herbáceo apresentou uma predominância de gramíneas, principalmente *Urochloa decumbens* (Stapf) (braquiária). Dentre as espécies identificadas no Cerrado da Cia. Agrícola São Jorge destacam: *Myrcia bella*; *Myrcia lingua*; *Campomanesia pubescens* (guabiroba do cerrado); *Diospyrus inconstans*; *Anadenanthera falcata*; *Dimorphandra mollis* e; *Machaerium acutifolium*.

Não foi observado corte de árvores para instalação de cabos, provavelmente não houve necessidade tendo em vista a altura e o distanciamento entre elas. Com base na observação da condição da fitofisionomia dessa área, foi possível concluir que não houve alteração significativa nessa fitofisionomia em decorrência da instalação da nova LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP).

A Fazenda Pântano é constituída por um maciço vegetacional composto por Cerrado (cerradão). Nesse local, a trilha de passagem dos cabos de energia

elétrica coincidiu com uma trilha pré-existente. A regeneração dessa área constituiu-se predominantemente por cipós e o dossel esteve ausente na trilha.

Dos 14 pontos analisados *“in loco”* é conveniente ressaltar que três estiveram inseridos em áreas de preservação permanente (APP) e assim, essas áreas não puderam ser averbadas como áreas de reserva legal (ARL), sendo uma por se encontrar na faixa definida pelo Código Florestal (torre 200/1 – Fazenda Florida), outra por se encontrar em área permanentemente inundada (torre 228/2 – Fazenda Java), e uma por se encontrar em área com declividade acentuada e definida por lei como APP (Torre 219/1 – Fazenda Pedra Branca).

Os diversos tipos vegetacionais do cerrado contêm a mais rica e ameaçada diversidade entre as savanas do mundo. Apresentam clima predominante tropical com duas estações climáticas bem definidas, verão chuvoso e inverno seco. (SILVA, 2003)

Da área ocupada originalmente por cerrado, cerca de 75,3 milhões de hectares foram desmatados, sendo 35 milhões convertidos em pastagens plantadas, 13,5 milhões em culturas anuais e 3,3 milhões em culturas perenes, apesar de sua riqueza biológica o cerrado *Latu sensu* está ameaçado pela expansão antrópica (SILVA, 2003).

De modo geral, áreas de Cerrado demandam o planejamento de seu uso e ocupação visando a sustentabilidade, uma vez que apresentam restrições ao uso agrícola, sendo prioritárias para a conservação da biodiversidade. Além disso, o estabelecimento de infraestrutura nessas áreas induz ao desmatamento adicional, apesar de, em muitos casos, ser essencial ao desenvolvimento econômico e bem estar humano.

Portanto, o desafio que se coloca é como compatibilizar a expansão econômica com os princípios da sustentabilidade social e ambiental de modo a conduzir a um desenvolvimento sustentável.

O presente trabalho demonstrou como a escolha de tecnologias mais modernas, como a utilização de torres de transmissão mais altas, pode minimizar os impactos ambientais oriundos da implantação de infraestrutura, tanto em áreas com vegetação nativa como em áreas agricultáveis.

5. CONCLUSÕES

No presente estudo, as áreas com vegetação nativa afetadas pela implantação da LT Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), são relativamente pequenas, quando comparadas com a área total do empreendimento.

As compensações ambientais exigidas pelos órgãos competentes tanto a nível federal quanto a nível estadual foram totalmente atendidas.

É conveniente ressaltar que *“a perícia em muito poderá colaborar com a efetivação da legalmente prevista recomposição das Reservas Legais, uma vez que comprovará a real extensão das áreas de Reserva Legal efetivamente suprimidas quando da instalação da Linha de Transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP, sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP)”*.

O reconhecimento aéreo demonstrou que grande parte da Linha de Transmissão Londrina (PR) – Araraquara (SP), sub-trecho Boa Esperança do Sul (SP) – Araraquara (SP), é ocupada por cultivos comerciais de laranja, grãos, cana-de-açúcar e florestas, além de pastagens. Esse reconhecimento, aliado as vistorias terrestres, demonstrou que os impactos sobre a vegetação nativa, naqueles locais onde foi necessária a supressão total da vegetação para a implantação de algumas torres, foram mínimos em face à tecnologia utilizada para a implantação da Linha de Transmissão, verificando-se uma considerável regeneração na vegetação suprimida para a passagem da trilha de serviço.

É importante ressaltar que a Linha de Transmissão Londrina – Araraquara não é responsável pela fragmentação da vegetação de Cerrado (cerradão) existente ao longo da mesma. Na realidade as regiões de mata nativa objeto do presente

estudo, já se apresentavam degradadas como a maioria dos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo, porém podemos afirmar que a faixa de serviço (picadas) possui capacidade de regeneração devido à sua composição específica e sua organização estrutural.

Com relação às áreas impactadas e consideradas como Preservação Permanente, a supressão de vegetação realizada, foi devidamente autorizada por ato do Poder Executivo Federal, que declarou a obra de utilidade pública.

A altura das torres (a maioria com 60 metros de altura) influenciou de forma significativa a redução dos impactos ambientais negativos.

Entretanto, é possível afirmar que o fator decisivo na redução dos impactos ambientais negativos, foi o paralelismo adotado com a Linha de Transmissão já existente, decisão política e técnica que possibilitou a implantação da Linha de Transmissão com elevado índice de mitigação dos impactos ambientais negativos.

Finalmente as conclusões do trabalho em questão foram no sentido de que deveria ser recomposta pelo empreendedor uma área mínima de 1,5 (um hectare e meio) devendo para tal adquirir área contígua a uma Unidade de Conservação na UGRH do Rio Tietê, a título de compensação ambiental, sugestão essa acatada pelo Poder Judiciário.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, A. R.; FIELDER, N. C.; PÁDUA, C. B. V.; et. al. Fatores econômicos relacionados à intervenção na vegetação para a implantação de linhas de transmissão no estado de Rondônia. **Ciência Florestal**, v. 12 (1): 153 – 158, 2002.

ALMEIDA, J. R. **Perícia ambiental, judicial e securitária: impacto, dano e passivo ambiental**. Rio de Janeiro: Thex, 2008.

ANNEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 398. 2010.

ATE TRANSMISSORA DE ENERGIA S.A. Estudo de Impacto Ambiental. Linha de Transmissão 525 kV Londrina-Araraquara. 2004.

BALMFORD, A.; et al., Economic Reasons for Conserving Wild Nature. **Science**, v. 297, p. 950 - 953, 2002

BALSALOBRE, M. A. A. **Cenário da pecuária no estado de São Paulo**. 2000. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/artigos-tecnicos/pastagens/cenario-da-pecuaria-no-estado-de-sao-paulo-16078n.aspx>>. Acesso em 2011.

BECERRA, J. A. B.; BITENCOURT, M. D. **Avaliação Multicritério do Estado de Conservação de Fragmentos de Cerrado**. IX Simpósio Nacional Cerrado. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília, DF. 2008

BILLETER, R.; LIIRA, J.; BAILEY, D.; et al. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, p. 141–150, 2008.

BLASI, C.; SMIRAGLIA, D.; CARRANZA, M. Analisi multitemporale del paesaggio all'interno di un sistema di classificazione gerarchica del territorio. Il caso dei Monti Lepini (Italia Centrale). **Informatore Botanico Italiano**, v. 35, 31'1, 2003.

BOSCATTO, F.; DAL SANTO, M.; PERES, C. **Análise da Legislação ambiental na Faixa de Servidão de Linha de Transmissão de Energia no Estado de Santa Catarina – Resultados parciais do Cadastro Eletrosul**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC 2008. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. 2008

BRANCO, S. M. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Moderna, 1990.

BRASIL. **Lei Federal N° 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. 1981

BRASIL. **Lei n° 4771, de 15 de setembro de 1965. Código florestal: Institui o Novo Código Florestal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>

CARPENTER, S. R.; PINGALI, P.; BENNETT, E.; ZUREK, M. (eds). **Ecosystems and human well-being: scenarios**. Washington, DC: Island Press. 2005

CERRI L. E. S., CERRI NETO M. **Perícias e Laudos Ambientais. Curso de atualização**. Rio Claro, Unesp/CEA, 103p. 2007

COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. M.; LORA, B. A.; MONTEIRO, M. B. C. A.; GORREN, R. A sustentabilidade da expansão da cultura Canavieira. **Cadernos Técnicos da Associação Nacional de Transportes Públicos**, v. 6. 2007

CORTEZ, J. H. **Não existe Energia Limpa**. Jornal Gazeta Mercantil. 2005.

COSTA, A.; RUEDA, F. A.; MARÇO, L. C.; MORENO, R. F. Repotencialização de Linhas de Transmissão: Aspectos Ambientais. XVI SNPTEE. Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Campinas – São Paulo. 2001

DEFRIES, R.; FOLEY, J.; ASNER, G. P. Land use choices: balancing human needs and ecosystem function. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, p. 249–257, 2004

ENVIRONMENT WAIKATO TECHNICAL SERIES. **Environmental Costs of Electricity Generation**. 2007.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2010 – Ano base 2009: Resultados Preliminares**. Rio de Janeiro: EPE. 54 p. 2010.

FEARNSIDE, P. M. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of “greenhouse” gases. **Environmental Conservation**, 22(1): 7-19. 1995

FENZL, N.; et al. **A evolução do Setor Energético e do Desenvolvimento Socioeconômico nos Estados da Amazônia**. In: COELHO, M.C.N., (Edit.), SIMONIAN, L. (Edit.), FENZL, Norbert (Edit.). *Estado e Políticas Públicas na Amazônia - Gestão de Recursos Naturais*. Belém: CEJUP: UFPA-NAEA, 245 – 286. 2000.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2002.

FORMAN, R. T. T. Some general principles of landscape and regional ecology. **Journal Landscape Ecology**. v. 10(3), p. 133-142. 1995.

FURNAS Centrais Elétricas S.A. **Linha de transmissão de 759 kV Itaperebá - Tijuco Preto II. Relatório dos Estudos de Avaliação de Impacto Ambiental**. Promon Engenharia S. A. 320 p. 1987.

FURTADO A. As Grandes Opções da Política Energética Brasileira – O setor industrial de 80 a 85. **Revista Brasileira de Energia**, v.1 (2):77-92. 1990.

GARCIA. M. F. **Ocupação do Território e Impactos Ambientais – o papel dos grandes projetos de eletrificação da Amazônia**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense – UFF, 2006.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Dynamic causal patterns of desertification. **BioScience**, v.54(9):817-829. 2004.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. **BioScience**, v. 52(2), p. 143-150. 2002.

GELLINGS, G. **Demand Forecasting in the Electric Utility**. 2nd ed. Oklahoma: PennWell Publishing Company. 1996.

GILL, R. S. **Electric Transmission Line Routing Using a Decision Landscape Based Methodology**. B. Tech, Punjab technical University, Jalandhar. 2002

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

HAVAS, M. **Biological effects of low frequency electromagnetic fields**. In: *Electromagnetic environments and health in buildings*. Clements-Croome, D. (Ed.). Spon Press, London, 535 p. 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. **Manual Técnico de uso da terra**. Brasília.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Pesquisa Agropecuária Municipal**. 2009

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 2011.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. **Análise dos impactos ambientais na Produção de energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos**. São Paulo. 2007.

IRWIN, E.; GEOGHEGAN, J. Theory, data, methods: developing spatially-explicit economic models of land use change. **Agric. Ecosyst. Environ**, v. 85, p. 7-24. 2001.

JELINEK, R. **Áreas de preservação permanente como espaços ecológicos protegidos pelo ordenamento jurídico**. Anais do Congresso Mineiro de Biodiversidade – COMBIO, Belo Horizonte: IEF, p.394, 1996.

JESUS, S. C.; MIURA, A. K. **Análise espacial de fragmentos de Cerrado como subsídio para a seleção de áreas prioritárias para a conservação**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, RN. 2009

JEWELL, W.; GROSSARDT, T.; BAILEY, K. **Introduction to Electric Transmission Line Routing using a Decision-Landscape Based Methodology**. Institute of

Electrical and Electronics Engineers Power Systems Conference and Exposition. 379-382. 2006:

KANASHIRO, M. M.; MATSUKUMA, C. K. ; PAVAO, M.; NALON, M. A.; KRONKA, F. J. N.; YWANE, M. S. S.; LIMA, L. M. P. R. Levantamento da vegetação natural e caracterização de uso do solo no Estado de São Paulo. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **ANAIS**. Belo Horizonte, p. 2779-2785, 2003.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5:173-185. 1989.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1(1), 2005.

KOROBKOVA, V. P.; MOROZOV, YU. A.; STOLAROV, M. D.; YAKUB, Yu. A. **Influence of the electric field in 500 and 750 kV switchyards on maintenance staff and means for its protection**. International Conference on Large High Voltage Electric Systems. CIGRE, Paris. 1977

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.28, n.3, p.541-562, 2005.

KRODSMAN, R. L. Edge effect on breeding birds along power-line corridors in east Tennessee. **Am. Midl. Nay.**, v. 118 (2): 275-283. 1987.

KRONKA, Francisco J. N. et. al. **Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, 1998. 84 p.

LACRUZ, M. S. P.; SOUSA JÚNIOR, M. A. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Sistemas de Informação Geográfica**. Santa Maria: INPE, 28 p. CD-ROM. 2009.

LAURANCE W.F., COCHRANE M.A., BERGEN S., *et al.* The Future of the Brazilian Amazon. **Science**, v. 291: 438-439. 2001

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, v. 55:77-92. 1991

LAURENCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia brasiliensis**, v. 13 (3): 434 – 451. 2009.

LEAL, G. C. S. G.; FARIAS, M. S. S.; ARAUJO, A. F. O Processo de Industrialização e Seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. **QUALIT@S Revista Eletrônica**, v.7(1). 2008.

LEITE, M. A. **Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas**. II Semana do Meio Ambiente. UNESP. Ilha Solteira, junho 2005.

LEPSCH, I. F.; BELINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4.aproximação. Campinas: SBCC, 1991. 175p.

LI, J.; ZHAO, H. Detecting Urban Land Use and Land-Cover Changes in Mississauga Using Landsat TM Images, **Journal of Environmental Informatics** 2, Issue 1, 38-47. 2003.

LI, Z.; ZHU, Q.; GOLD, C.; **Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology**. Florida: CRC Press, 2005.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, cap. 3, p. 33-44, 2001.

LÔBO, D.; LEÃO T.; MELO, F. P. L.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. **Diversity and Distributions**, v. 17 (2): 287 – 296. 2011.

LUKEN, J. O., HINBTON, A. C & BAKER, D. G. Forest edges associated with power-line corridors and implications for corridor siting. **Landscape Urban Plann.**, 20 (4): 315-324. 1991.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.; CALDAS, E.; GONÇALVES, D.; SANTOS, N.; TABOR; K.; STEININGER. M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservation International do Brasil, Brasília. 2004

MENDES, N. A. S. **As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana – Euclides da Cunha Paulista**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Presidente Prudente, São Paulo. 2005

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário**. Ed. Revista dos Tribunais, São Paulo, 4.ed. 1119p. 2005

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005

MORAN, E. F.; OSTROM, E. **Ecossistemas Florestais: interação homem-ambiente**. São Paulo: Editora SENAC, São Paulo: Edusp, 2009.

MORTATI, D. M. A. N.; ARGOLLO FERRÃO, A. M. **A economia cafeeira e o surgimento das pequenas centrais hidrelétricas no Estado de São Paulo - novas territorialidades na Velha República**. In: 2º Seminário de Patrimônio Agroindustrial, São Carlos, SP. Anais, p.1-12. 2010.

MOSCHINI, L. E. **Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do médio Mogi-Guaçu superior**. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos. 2008.

NELSON, G. C.; BENNETT, E.; BERHE, A. A.; et al. Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. **Ecology and Society**, v. 11(2): 29. 2006

NEVES, M. F.; LOPES, F. F. **Estratégias para a laranja no Brasil**. Editora Atlas, São Paulo. 225 p. 2005.

OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A. S. Impactos da Instalação de Linhas de Transmissão sobre Ecossistemas Florestais. **Floresta e Ambiente**. v. 5(1): 184-191, 1998.

PAGY, A.; GARCIA, V. Política Industrial e Energia – Quinze anos após o primeiro choque do Petróleo. **Revista Brasileira de Energia**, v.1(3): 20-22. 1990.

PINHO, P. M. **Aspectos ambientais da implantação de ‘vias marginais’ em áreas urbanas de fundos de vale**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos. 133 p, 1999.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; PIRES, A. M. Z. C. R. Análise de riscos ambientais no entorno de uma Unidade de Conservação (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP). **In: SANTOS, J. E.; PIRES, J. S. R. Orgs. Estudos Integrados em Ecossistemas. Estação Ecológica de Jataí.** Editora Rima, 73-94pp., 2000.

QUÉTIER, F.; THÉBAULT, A.; LAVOREL, S. Plant traits in a steady-state and transition framework as markers of ecosystem response to land-use change. **Ecol.Monogr**, v. 77, p. 33-52. 2007

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.

RIBEIRO, A. C. P.; CAMPOS, A. O desenvolvimento sustentável como diretriz da atividade econômica. **Revista de Direito Ambiental**, v.26, p.81, 2002.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; CRESTANA, M. C. **Revegetação do entorno da represa de abastecimento de água do município de Iracemápolis, SP.** *In: Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas, 1992, Curitiba. Anais.* Curitiba: UFPR; FUPEF, P. 407-416. 1992.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLEIN, S. A. **World water and food to 2025: dealing with scarcity.** Washington, DC: International Food Policy Research Institute. 2002

SANDRONI, P. **Dicionário de Economia do século XXI.** Rio de Janeiro: Record, 2005.

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas, SP: mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação.** 199p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

SAROLDI, M. J. L. A. **Perícia ambiental e suas áreas de atuação.** Rio de Janeiro: Lumen Juris. 2009.

SATAKE, A.; IWASA, Y. Stochastic model for land use dynamics in forest ecosystems: slow ecological processes cause the landowner's decision making to deviate from the social optimum. **Ecol. Res**, v. 21, p. 370–379. 2006

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE - SMA. Edição Fac-Similar. São Paulo. 1987.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Global biodiversity outlook 2**. Montreal, 89 p. 2006.

SEOANE, C. E. S. **Efeitos da fragmentação Florestal sobre a Genética de Populações de Guarantã**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Florestas, 2007.

SILVA, E. F. L. P. **Composição florística, estrutura fitossociológica e conteúdo de nitrogênio foliar em cerradão, Luiz Antonio, SP**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. São Carlos. 2003.

SOARES, J. J. **Análise de Comunidades Vegetais**. Manual sobre metodologias. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos. Departamento de Botânica. 2004

SOARES, M. S. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta estacional semidecidual em Araras, SP**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. São Carlos, São Paulo. 2007

SOUSA, W. L. **Impacto Ambiental de Hidrelétricas: Uma Análise Comparativa de Duas Abordagens**. Dissertação (Mestrado em Ciências). COPPE/ Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

SOUZA, M. G. S. **Direito Minerário e Meio Ambiente**. Belo Horizonte, Del Rey. p.125 e 126. 1995

THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Implementing Agreement for Hydropower Technologies and Programmes Environmental and Health Impacts of Electricity Generation. A Comparison of the Environmental Impacts of Hydropower with those of Other Generation Technologies**. 2002

TORQUATO, S. A. Cana-de-açúcar para Indústria: O Quanto Vai Precisar Crescer. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v.1(10). 2006

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. **Ecol. Lett**, v. 8, p. 857–874. 2005

UDAETA, M.E.M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico -PIR- (Pensando o Desenvolvimento Sustentados)** Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil, 1997.

US National Policy Development Group. Office of EERE. **Scenarios for a clean energy future**. Interlaboratory working group on energy efficiency and clean energy technology. 2001.

UZOUKWU, C. U. Using GIS to Detect Changes in Land Use Land Cover for Electrical Transmission Line Siting and Expansion Planning in Winona County, Minnesota USA. **Papers in Resource Analysis**, v.12. Saint Mary.s University of Minnesota Central Services Press. Winona, MN. 2010.

VAJJHALA, S. P. **Sitting Difficulty and Renewable Energy Development: A Case Of Gridlock?** Publication. Resource Magazine. 2007.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Avaliação da estrutura florestal na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, SP. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 45-57, ago. 2005.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA: Guia Para Utilização de Dados Geomorfométricos**. 2006

VERREAULT, R.; WEISS, N. S.; HOLLENBACH, K. A.; STRADER, C. H.; DALING, J. R. Use of electric blankets and risk of testicular cancer. **Am. J. Epidemiol**, v.131, p.759-762. 1990.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**. v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

WERTHEIMER, N.; LEEPER, E. Electrical wiring configuration and childhood cancer. **American Journal of Epidemiology**, v.109, p. 273 – 284. 1979.

XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; ARAUJO, F. S.; GOMES, V. S. Manejo da Vegetação sob Linhas de Transmissão De Energia Elétrica na Serra de Baturité. **Ciência Florestal**, v. 17(4): 351 – 364, 2007.

YOUNG, A. G., BOSHIER, D.; BOYLE, T. J. **Forest conservation genetics: principles and practice**. Wallingford:CABI, 2000. 352 p.

ZONNEVELD, I. S. **Land Ecology**. SPB Academic Publishing, 1995.

ZORZETTO, R. **O verde clandestino**. Pesquisa FAPESP. Disponível em:<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/site_teste/extras/imprimir.php?id=4102&bid=1>. 2010