

Energia Elétrica e Sustentabilidade

Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

JAQUELINE OLIVEIRA REZENDE

(Organizadora)

Energia Elétrica e Sustentabilidade

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E56	Energia elétrica e sustentabilidade [recurso eletrônico] / Organizadora Jaqueline Oliveira Rezende. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-45-1 DOI 10.22533/at.ed.451180110 1. Desenvolvimento energético – Aspectos ambientais. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Energia elétrica. I. Rezende, Jaqueline Oliveira. CDD 338.4
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de o ser humano utilizar os recursos naturais para satisfazer as suas necessidades sem comprometer esses recursos para atender as gerações futuras. Nesse contexto, a sustentabilidade está inter-relacionadas em diversos setores, sendo os principais o social, o ambiental e o econômico. Dessa forma, constitui um dos desafios da sociedade moderna o desenvolvimento sustentável que objetiva preservar o meio ambiente durante a realização de outras atividades.

A energia elétrica representa um dos principais pilares para o progresso econômico de uma nação e, conseqüentemente, para o atendimento de inúmeras necessidades da humanidade. Portanto, esse setor também tem se preocupado com a geração, a transmissão, a distribuição de energia elétrica e a construção de novos empreendimentos, como as usinas hidrelétricas, de maneira a preservar o meio ambiente. Logo, a Engenharia Elétrica tem apresentado significativas pesquisas e resultados de ações pautadas na sustentabilidade.

Neste ebook é possível notar que a relação da Engenharia Elétrica e a Sustentabilidade é de preocupação de diversos profissionais envolvidos nesse setor, sendo esses advindos da academia, das concessionárias de energia elétrica e do governo. Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação da preservação do meio ambiente na engenharia elétrica.

Inicialmente são apresentados artigos que discorrem sobre o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade ambiental, custos ambientais em empreendimentos de geração de energia elétrica, recuperação ambiental, conservação da fauna, políticas administrativas e direcionamento de resíduos eletrônicos.

Em seguida, são descritos estudos sobre formas de geração de energia elétrica renováveis não convencionais, sendo apresentadas a energia eólica e a energia solar fotovoltaica. Essas formas de geração contribuem para o desenvolvimento sustentável, uma vez que geram energia elétrica utilizando recursos naturais não finitos, o vento na geração eólica e o sol na geração fotovoltaica.

Além disso, neste exemplar são expostos artigos que contemplam diversas áreas da engenharia elétrica, como redes smart grids, sistema de proteção, operação remota de usinas hidrelétricas, inteligência computacional aplicada a usina termelétrica, transformadores de potência, linhas de transmissão, tarifa horária, lâmpadas led, prevenção de acidentes em redes de média tensão e eficiência energética.

Jaqueline Oliveira Rezende

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O PARADIGMA INTERDISCIPLINAR DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL	
<i>Tiago Borga</i>	
<i>Rodrigo Regert</i>	
<i>Ludimar Pegoraro</i>	
CAPÍTULO 2	15
SUSTENTABILIDADE, RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE: A RELEVÂNCIA DA LOGÍSTICA	
<i>Welleson Feitosa Gazel</i>	
<i>Wesley Gomes Feitosa</i>	
<i>Antônio Adriano Alves de Souza</i>	
<i>Jeremias Monteiro Vaillant Junior</i>	
<i>Maria de Nazaré Souza Nascimento</i>	
<i>Márcio Costa</i>	
<i>Marcos José Alves Pinto Junior</i>	
<i>Carlos Renato Montel</i>	
CAPÍTULO 3	32
A CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE CONTAS ECONÔMICAS E AMBIENTAIS PARA ESTIMAR OS CUSTOS AMBIENTAIS NOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
<i>Adriana Maria Dassie</i>	
<i>José Eustáquio Diniz Alves</i>	
<i>David Montero Dias</i>	
CAPÍTULO 4	42
LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS INERENTES À IMPLANTAÇÃO DE PCHS E IDENTIFICAÇÃO DO CUSTO DE OPORTUNIDADE NO RIO COXIM, MS, BRASIL	
<i>Thiago Oliveira Barbosa</i>	
<i>Poliana Ferreira da Costa</i>	
<i>Bruna Souza dos Santos</i>	
<i>Adriana Maria Güntzel</i>	
CAPÍTULO 5	57
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A AMPLIAÇÃO DAS SÉRIES DE DADOS DISPONÍVEIS, E AS POSSÍVEIS ALTERAÇÕES NO DIMENSIONAMENTO DE VERTEDORES	
<i>Marcos Vinicius Andriolo</i>	
CAPÍTULO 6	66
RECUPERAÇÃO SUSTENTÁVEL DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UM ESTUDO NA UHE CORUMBÁ IV	
<i>Jorge Santos Ribas Jr.</i>	
<i>José Roberto Ribas</i>	
<i>Tatiana Maria Soeltl</i>	
<i>André Nicolau Brylynskyi</i>	
CAPÍTULO 7	81
LT 500 KV ARA-TAU: COMO O LICENCIAMENTO AMBIENTAL PODE PROPICIAR A CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE AMEAÇADA <i>CALLITHRIX AURITA</i> (SAGUI-DA-SERRA-ESCURO)	
<i>Jéssica Motta Luiz Bom</i>	
CAPÍTULO 8	95
NOVAS DIMENSÕES DA GOVERNANÇA DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO	
<i>Fernando Amaral de Almeida Prado Jr.</i>	
<i>Ana Lúcia Rodrigues da Silva</i>	

CAPÍTULO 9	107
A GOVERNANÇA COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA PÚBLICA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL	
<i>Denise Pereira Barros</i>	
CAPÍTULO 10	120
O ACORDO DE PARIS E OS NOVOS CAMINHOS PARA A GESTÃO SOCIOAMBIENTAL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA AS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO	
<i>Gustavo André Santana de Sá</i> <i>Pedro Magalhães Sobrinho</i>	
CAPÍTULO 11	133
OS CRITÉRIOS ENERGÉTICO-ECONÔMICOS UTILIZADOS NO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: REFLEXÕES SOBRE ALGUNS MITOS E A NECESSIDADE DE UMA NOVA AGENDA	
<i>Luiz Claudio Gutierrez Duarte</i>	
CAPÍTULO 12	151
MITIGAÇÃO DO RISCO HIDROLÓGICO- LEILÃO DE COMPRA E VENDA DE ENERGIA NA MODALIDADE SWAP DA ELETRONORTE	
<i>Ivan Rezende</i> <i>Virginia Fernandes Feitosa</i> <i>João David Resende</i> <i>Dante de Castro Simplicio</i> <i>Rafael Capistrano dos Santos Stanzani</i> <i>Gervásio Nery De Albuquerque</i>	
CAPÍTULO 13	159
A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COMO RESULTADO DO APROVEITAMENTO DO CAPITAL INTELECTUAL PROTEGIDO PELO DIREITO DA PROPIEDADE INTELECTUAL – UM VETOR DE AUMENTO DE RECEITA EM POTENCIAL	
<i>Fernando da Silva Jansen</i>	
CAPÍTULO 14	174
O CUSTO E A ESTRUTURA DE CAPITAL PARA A INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA: ASPECTOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES	
<i>Luiz Claudio Gutierrez Duarte</i> <i>Washington Blanco</i>	
CAPÍTULO 15	188
GESTÃO DE CUSTOS EMPRESARIAIS NO NEGÓCIO TRANSMISSÃO	
<i>Ana Rita Xavier Haj Mussi</i> <i>Marcos Paulo Boaventura Severino Rezende</i>	
CAPÍTULO 16	202
GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM GARANHUNS-PE	
<i>Rosalva Raimundo da Silva</i> <i>José Romenik de Almeida</i> <i>Marcela Caroline S F Azevedo</i> <i>Maria Claudjane J. L. Alves</i>	
CAPÍTULO 17	213
METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO CONSIDERANDO A INSERÇÃO DE GERAÇÃO EÓLICA EM LARGA ESCALA NA MATRIZ ELÉTRICA NACIONAL	
<i>Sérgio Pinheiro dos Santos</i> <i>Fernando Rodrigues Alves</i>	

*Antônio Roseval Ferreira Freire
Ronaldo Ribeiro Barbosa de Aquino
Otoni Nóbrega Neto
Pedro Alves de Melo*

CAPÍTULO 18 225

GRUPO GPT, GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS
COMPARAÇÃO DE CÁLCULO DE PRODUÇÃO EÓLICA UTILIZANDO WASP, OPENWIND E WINDSIM EM
TERRENO COMPLEXO NA BAHIA, BRASIL

*Daniel Agnese Ramos
Vanessa Gonçalves Guedes
Angelo Alberto Mustto Cabrera
Sérgio Roberto Ferreira Cordeiro de Melo
Wady Abrahamo Cury Netto
Tulio Anselmo dos Santos Valentim*

CAPÍTULO 19 235

A INFLUÊNCIA, SOB O ASPECTO DE CURTO-CIRCUITO, DE GERADORES EÓLICOS NO SISTEMA
ELÉTRICO DE POTÊNCIA.

*Eloi Rufato Junior
Lucas Marino Bianchessi Sganzeta
William Da Veiga*

CAPÍTULO 20 247

PLATAFORMA DE AQUISIÇÃO E CONTROLE IOT INTEGRADO A SISTEMA DE GERAÇÃO
FOTOVOLTAICA

*Caio Castro Rodrigues
Joice Machado Martins
Layse Pereira do Nascimento
João Vitor Natal Silva Quincó Maciel
Otavio Andre Chase
José Felipe Souza de Almeida*

CAPÍTULO 21 258

DETERMINAÇÃO DE PROCESSOS PARA LEVANTAMENTO PRÁTICO DAS CURVAS
CARACTERÍSTICAS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

*Jaqueline Oliveira Rezende
Sebastião Camargo Guimarães Júnior*

CAPÍTULO 22 272

ANÁLISE DO PAYBACK DE UM GERADOR FOTOVOLTAICO EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR
NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*Samara Iasmim Schardong
Andréia Balz
Fábio Augusto Henkes Huppes
Mauro Fonseca Rodrigues*

SOBRE A ORGANIZADORA 283

LT 500 KV ARA-TAU: COMO O LICENCIAMENTO AMBIENTAL PODE PROPICIAR A CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE AMEAÇADA *CALLITHRIX AURITA* (SAGUI-DA-SERRA-ESCURO)

Jéssica Motta Luiz Bom

Universidade Estadual de Maringá
Curitiba – PR

RESUMO: Devido à passagem da LT 500 kV Araraquara 2 - Taubaté em partes da APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APAMRPS) em São José dos Campos (SP), a Copel GeT realiza o levantamento e o monitoramento da espécie *Callithrix aurita* (sagui-da-serra-escuro), na área de influência do empreendimento nessa APA. Os trabalhos conduzidos pela Copel GeT possibilitam conhecer mais sobre a ecologia dessa espécie rara e ameaçada de extinção a nível nacional, otimizando e direcionando esforços para a sua conservação, o que fortalece a marca da empresa como ambientalmente responsável.

ABSTRACT: Due to the passage of the 500 kV Araraquara 2 - Taubaté transmission line within an area of Environmental Protection named APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APAMRPS) in São José dos Campos (SP), Copel Geração e Transmissão S.A. (Copel GeT) carries out the survey and monitoring of the *Callithrix aurita* in the area of influence of the enterprise in this APA.

The work carried out by Copel GeT let us

to know more about the ecology of this rare and endangered species at the national level, optimizing and directing efforts for its conservation, which strengthens the company brand as environmentally responsible.

PALAVRAS-CHAVE: *Callithrix aurita*, sagui-da-serra-escuro, LT 500 kV ARA-TAU, extinção, Copel GeT

1 | INTRODUÇÃO

A crescente urbanização das regiões, o aumento populacional das cidades e a necessidade de desenvolvimento econômico são fatores que implicam no crescimento da demanda de energia elétrica de diversas regiões do Brasil. Para atendimento a essa demanda faz-se necessário investir na transmissão de energia ao longo do país, permitindo que a produção energética de regiões mais remotas possa ser aproveitada nos grandes centros consumidores.

Contudo, para a instalação dos empreendimentos de transmissão é necessário o licenciamento ambiental dessas obras, buscando atrelar a necessidade de desenvolvimento à necessidade de conservação dos recursos naturais.

Não raro, são os estudos desenvolvidos no

âmbito do licenciamento ambiental que permitem um maior conhecimento de aspectos importantes de uma região, trazendo à luz aspectos locais antes desconhecidos ou pouco pesquisados.

Para isso, é extremamente importante o alinhamento dos empreendedores (e preferencialmente sua equipe técnica) com os órgãos ambientais ou órgãos intervenientes, de modo que unam esforços para que esse conhecimento gerado permita que as ações compensatórias do licenciamento realmente contribuam para a conservação de aspectos socioambientais importantes.

O trabalho em tela, apresenta os estudos desenvolvidos com a espécie ameaçada *Callithrix aurita*, no âmbito do licenciamento ambiental da LT 500 kV Araraquara 2 – Taubaté, por meio dos quais a Copel Geração e Transmissão (Copel GeT) tem contribuído para a conservação dessa espécie na região da APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul.

2 | O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA LT 500 KV ARARAQUARA 2 -TAUBATÉ E A CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE CALLITHRIX AURITA

A disponibilidade de energia elétrica é um dos fatores relacionados ao desenvolvimento socioeconômico de um país. No caso do Brasil, desde meados da década de 70, o sistema eletroenergético é operado de forma coordenada e centralizada por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN), que interconecta os sistemas elétricos e integra os recursos de geração e transmissão para atender o mercado (ANEEL, 2005), reduzindo custos operativos, minimizando a produção térmica de energia e reduzindo o consumo de combustíveis quando há *superavits* hidrelétricos em outros pontos do sistema.

A conexão do SIN é feita por meio de linhas de transmissão (LTs), que permite o escoamento da energia gerada em lugares mais remotos aos grandes centros consumidores, interliga áreas ainda não conectadas e eleva a confiabilidade do SIN.

Inserida no Sistema Interligado Nacional, a Linha de Transmissão 500 kV Araraquara 2 – Taubaté (LT 500 kV ARA-TAU) tem como finalidade possibilitar o escoamento da energia que será gerada nas usinas do Complexo do Rio Madeira – UHE Jirau e UHE Santo Antônio – para a região sudeste, reforçando e garantindo maior confiabilidade ao sistema de transmissão, em um contexto de aumento da demanda por energia, sobretudo nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Essa LT interligará a Subestação Araraquara II a Subestação Taubaté (Figura 1), em uma extensão de aproximadamente 335 km, passando por 28 municípios – Araraquara, Boa Esperança do Sul, Ibaté, Ribeirão Bonito, São Carlos, Itirapina, Analândia, Corumbataí, Rio Claro, Araras, Cordeirópolis, Limeira, Cosmópolis, Paulínia, Artur Nogueira, Holambra, Jaguariúna, Campinas, Pedreira, Amparo, Morungaba, Bragança Paulista, Atibaia, Piracaia, Igaratá, São José dos Campos, Caçapava e

Taubaté – todos localizados no estado de São Paulo.

A Copel GeT obteve a concessão desse empreendimento quando se sagrou vencedora do Lote A do Leilão de Transmissão nº 001/2010, realizado em 11/06/2010. Para fins do licenciamento ambiental, o empreendimento foi dividido em quatro trechos abrangendo os municípios supracitados (Figura 1).



FIGURA 1 - Traçado e trechos da LT 500 kV Araraquara 2 – Taubaté

2.1 O licenciamento ambiental da LT 500 kV Araraquara 2 - Taubaté

Conforme prevê a legislação brasileira a implantação das linhas de transmissão depende de licenciamento ambiental, seja através do rito ordinário – que prevê a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) e do Plano Básico Ambiental (PBA) – ou através do processo simplificado – pela elaboração de Relatório Ambiental Simplificado (RAS) e do Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA).

O processo de licenciamento ambiental da LT 500 kV ARA-TAU foi instruído junto à Companhia Ambiental de São Paulo (CETESB), que é o órgão ambiental desse Estado, e foi enquadrado no rito ordinário do licenciamento.

Geralmente, o licenciamento ambiental contempla 3 fases distintas:

- **Licença Prévia (LP)** - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento e atesta sua viabilidade ambiental;
- **Licença de Instalação (LI)** - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade;
- **Licença de Operação (LO)** - autoriza a operação do empreendimento ou atividade, cumpridas as restrições e condicionantes das licenças anteriores e resguardadas as medidas de controle ambiental do projeto.

De acordo com Abdalla (2014), outras autorizações são necessárias no âmbito

do licenciamento ambiental, dependendo das características do empreendimento, e muitas vezes são condicionantes para a emissão de uma das licenças.

Dentre essas exigências adicionais, a legislação prevê que quando o empreendimento afetar uma unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração.

2.1.1 Impactos de linhas de transmissão sobre o meio biótico

Para o meio biótico, os principais impactos da construção e operação de uma LT estão relacionados à supressão da vegetação, necessária para a abertura de praças de trabalho, estradas de acesso, área de montagem das estruturas, fundação para construção das torres, áreas de lançamento de cabos e outras atividades construtivas, ou para garantir a distância mínima de segurança exigida pela legislação vigente (NBR 5422).

Para a fase de instalação das linhas de transmissão alguns impactos podem ser considerados temporários e é esperado que as áreas impactadas se regenerem naturalmente, após o período de obras. Contudo para a fase de operação merece destaque o impacto causado pelo efeito de borda sobre as áreas de mata adjacentes às áreas suprimidas, que se traduz em uma série de pequenos efeitos que, conjugados, modificam os ecossistemas atingido.

É importante considerar também que a implantação de linhas de transmissão pode afetar diretamente o grau de fragmentação dos remanescentes florestais, promovendo a perda de conectividade entre eles, e essa separação de comunidades anteriormente contínuas pode levar a alterações na estrutura das populações, com a eventual eliminação de espécies mais sensíveis e/ou mais raras (OLIVEIRA e ZAÚ, 1998).

Quanto maior a fragmentação florestal promovida em uma determinada área, aumenta o número de pequenos remanescentes florestais que, devido ao seu pequeno tamanho são conseqüentemente mais afetados pelo efeito de borda, o qual, por sua vez, pode acarretar em mudanças na composição da comunidade vegetal existente nessas bordas.

Devido ao fato dos vegetais serem a base alimentar dos animais primários, que por sua vez são a base da cadeia alimentar dos consumidores secundários e terciários, a vegetação se torna uma das características mais importantes para a manutenção dos animais em uma determinada área (VALERI e SENÔ, 2014).

Assim, considerando que os efeitos da supressão vegetal em uma determinada área podem ter reflexos que vão além da área desmatada propriamente dita, a ligação intrínseca da fauna com os remanescentes florestais, e a complexidade dos ecossistemas, é necessário que os impactos ambientais decorrentes da implantação de linhas de transmissão sejam alvo de estudos mais aprofundados, especialmente

quando a região em que se inserem apresenta espécies ameaçadas de extinção.

2.1.2 Unidades de conservação

Segundo, Medeiros (2006) as áreas protegidas são “espaços territorialmente demarcados cuja principal função é a conservação e/ou a preservação de recursos, naturais e/ou culturais, a elas associados”. O autor reforça ainda que o controle e os critérios de uso que normalmente se aplicam às áreas protegidas são frequentemente atribuídos em razão da valorização dos recursos naturais nelas existentes ou, ainda, pela necessidade de resguardar biomas, ecossistemas e espécies raras ou ameaçadas de extinção.

Uma das tipologias das áreas protegidas são as Unidades de Conservação (UCs), que são instituídas pelo Poder Público, possuem limites definidos, têm um regime especial de administração e garantias legais de proteção. Essas áreas possuem características naturais relevantes e são criadas com o objetivo de conservação da biodiversidade, sendo, normalmente, os locais mais preservados dentro da matriz em que estão inseridas.

No Brasil, a Lei 9985 de 18 de julho de 2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estabelecendo os critérios e normas que devem ser obedecidos para criação, implantação e gestão das unidades de conservação. As UCs podem ser Unidades de Proteção Integral, que têm como objetivo preservar a natureza e os recursos naturais não podem ser diretamente utilizados, com algumas exceções previstas na lei, ou Unidades de Uso Sustentável, que têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais que oferecem.

Além das UCs Federais, também existem as Unidades de Conservação Estaduais e as Municipais, sujeitas aos mesmos usos restritos previstos no SNUC.

2.1.3 A passagem da LT 500 kV ARA-TAU pela APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul

Em 1982, foi criada a APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APMRPS) por meio do Decreto Federal nº 87561, de 13 de setembro, tendo como principal objetivo a proteção dos mananciais de abastecimento público e a proteção da biodiversidade do local, além de disciplinar o processo de ocupação do solo e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Essa APA se estende ao longo do Vale do Paraíba e é administrada pelo ICMBio.

No Brasil, conforme previsto na Resolução CONAMA 428/2010, sempre que um empreendimento alvo do licenciamento por EIA/RIMA atingir uma Unidade de Conservação ou sua Zona de Amortecimento, o licenciamento só pode ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC. Para isso, o órgão

licenciador, deve consultar o órgão que administra a unidade antes da emissão da primeira licença prevista.

É importante ressaltar que no momento dessa manifestação, o órgão que administra a UC pode se opor à implantação do empreendimento, não atestando a sua viabilidade, ou ainda pode estabelecer condicionantes solicitando o desenvolvimento de ações ou programas que julgar necessários.

No seu percurso, a LT 500 kV ARA-TAU atravessará a APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul, unicamente no município de São José dos Campos (SP), em duas áreas distintas dessa APA, como pode ser observado na Figura 2.

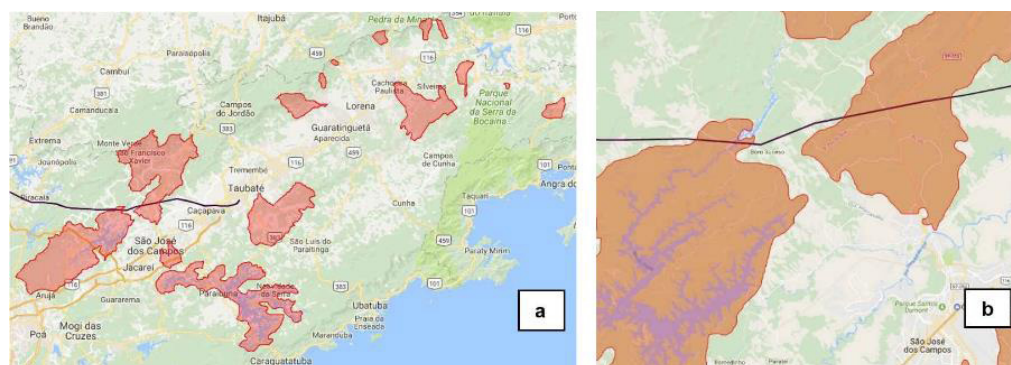


FIGURA 2 – a: Delimitação da APAMRPS. b: Detalhe do atingimento da LT nas áreas da APAMRPS. (em vermelho, áreas da APA, em preto, diretriz da LT 500 kV ARA-TAU).

Em cumprimento à legislação, a CETESB consultou o ICMBio sobre a implantação da LT 500 kV ARA-TAU, que determinou uma série de condicionantes, entre elas: “apresentar ao ICMBio, e executar após aprovação, proposta de levantamento, monitoramento e conservação da espécie *Callithrix aurita*, táxon alvo do ‘Plano de Ação Nacional (PAN) para Conservação do Mamíferos da Mata Atlântica Central’, nos fragmentos florestais localizados na área de influência do empreendimento na APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul, no Município de São José dos Campos – SP”.

2.2 Os programas de levantamento e monitoramento de *Callithrix aurita*

Considerando a inviabilidade financeira de modificar o traçado para não atingir a APAMRPS, a Copel GeT iniciou o delineamento de programas ambientais para atender à condicionante do ICMBio sobre a espécie *Callithrix aurita*. Com o objetivo de conhecer a distribuição espacial da espécie nos fragmentos florestais, que em sua maioria se encontram isolados na paisagem, os resultados desses estudos subsidiarão ações para a conservação de *C. aurita*.

A espécie, conhecida como sagui-da-serra-escuro, é um primata endêmico, compondo o grupo das espécies que ocorrem somente em uma determinada área ou região geográfica, devido a fatores como clima, barreiras físicas ou outras condições, entre elas questões biológicas, que sejam determinantes para sua distribuição natural. Trata-se de um primata raro, pois habita apenas uma região específica da Mata Atlântica do sudeste do Brasil, incluindo nesta área a região do Vale do Paraíba, que é

atravessada pela LT 500 kV ARA-TAU. É considerada vulnerável à extinção em todas as listas de espécies ameaçadas (regionais, nacional e internacional) e foi inserida entre as espécies alvo de conservação no Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central.

Devido à sua distribuição geográfica e à dependência de ambientes arbóreos, as principais ameaças à sua conservação são o desmatamento que leva à fragmentação e perda de *habitat*; as queimadas, a introdução de espécies exóticas e as doenças que podem ser transmitidas por animais domésticos, como cães e gatos, que entram nas matas.

2.2.1 Levantamento e monitoramento de *Callithrix aurita*

O EIA/RIMA da LT 500 kV ARA-TAU definiu que a área de influência para o meio biótico seria de 5 Km para cada lado do eixo da LT, ou seja, de acordo com esse estudo os componentes naturais de toda área poderiam sofrer interferências devido à implantação do empreendimento.

Para os trabalhos de levantamento da espécie *Callithrix aurita* o ICMBio indicou que o alvo dos estudos seriam os fragmentos florestais que possuíssem área superior a 4 ha e estivessem contemplados nessa área de 5 Km para cada lado da linha. A área mínima dos fragmentos foi estabelecida pelo órgão baseado em um registro da espécie no Parque Alambari, localizado dentro da APA, mas fora da área de influência da LT.

Isto posto, foram encontrados inicialmente 101 fragmentos florestais alvo do levantamento populacional de *C. aurita*. No decorrer do ano de 2014 foram realizadas 5 campanhas de campo entre os meses de fevereiro e julho. A pesquisa consistiu basicamente em busca ativa pelo primata, realizada entre 07h00 e 18h00; emissão de playbacks com a vocalização de espécies de *Callithrix* e entrevista com moradores da imediação a fim de se obter informações sobre primatas da região.

Foram realizadas 128 entrevistas com moradores da região. Desse total, 41 entrevistados informaram algum contato com primatas nos fragmentos da região, sendo que 12 relataram contato especificamente com saguis (*Callithrix* spp.), sem indicar a espécie. Em 15 entrevistas a espécie *Callithrix aurita*, contudo, dos relatos confiáveis, apenas 02 se referiam a fragmentos florestais localizados no limite da área de estudo. Nas entrevistas também foram registradas outras espécies de primatas, como: bugio-ruivo (*Alouatta clamitans*) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*), como pode ser visto na Figura 3.

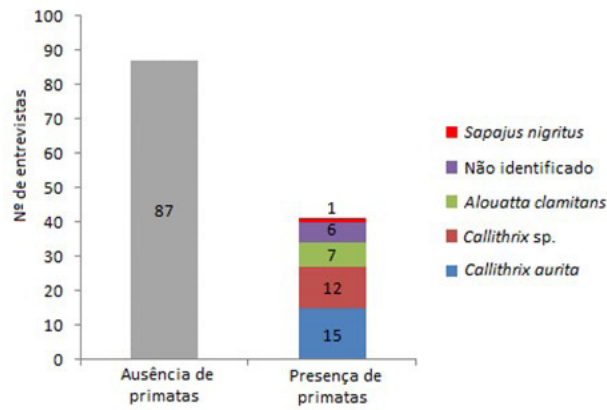


FIGURA 3 – Primatas mencionados nas entrevistas de levantamento populacional de *C. aurita*.

Fonte: Ecologic, 2014.

Em apenas um dos 101 fragmentos florestais indicados inicialmente não foi possível realizar a busca ativa e a aplicação de *playback*. No decorrer do trabalho outras 3 áreas foram incorporadas ao levantamento populacional: o PNMAR e o Ponto5-Fauna, que foram as áreas em que as entrevistas indicaram a presença de *C. aurita* e o Parque Alambari. Assim, no total, foram pesquisadas 103 áreas.

Desse total (103), apenas em 2 fragmentos foi registrada a presença de *Callithrix aurita*, sendo estas o Parque Alambari, que não fica na área de influência da LT, e o PNMAR (Figura 4).



FIGURA 4 - Indivíduo de *C. aurita* registrado durante o levantamento Fonte: Ecologic, 2014.

Autor: Wagner R. Lacerda

Contudo, o estudo também registrou a presença de duas espécies exóticas na região: o sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) e o sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*), conforme Figura 5.

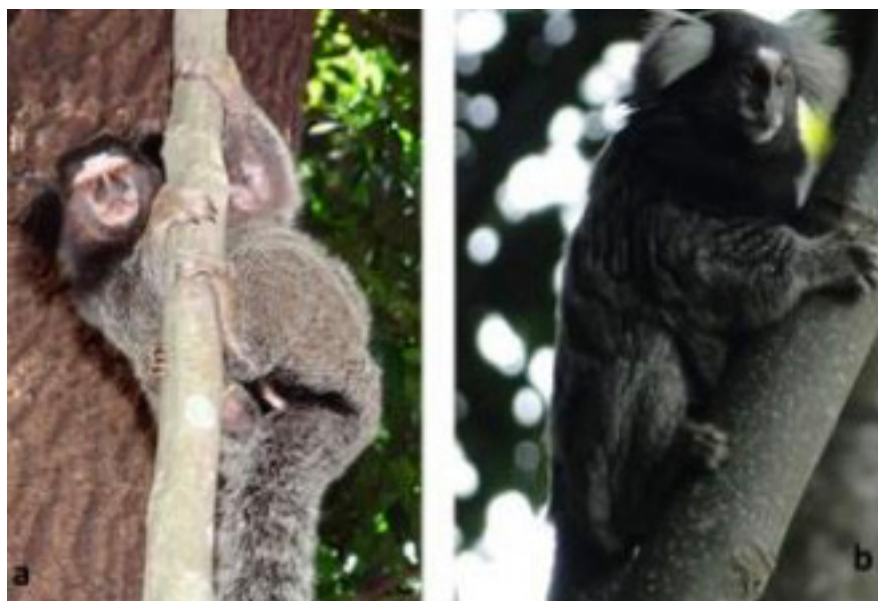


FIGURA 5 – a: *Callithrix penicillata* registrado por colaborador (Autor Vandinho Vieira); b: *Callithrix jacchus* registrado durante os trabalhos (Autor Wagner R. Lacerda)

Entende-se por espécie exótica, toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural. Elas podem também possuir características de espécies invasoras, ameaçando as espécies nativas, uma vez que devido à sua vantagem competitiva e favorecidas pela ausência de inimigos, elas se proliferam mais e invadem ecossistemas, sejam naturais ou antropizados.

Apesar de serem nativas do Brasil, essas duas espécies de primatas são exóticas para a região, e vêm sendo introduzidas há vários anos em outras regiões, principalmente devido ao tráfico de animais silvestres, tidos como “pets” e posteriormente abandonados ou escapando para áreas de matas próximas.

Após a conclusão do levantamento populacional de *C. aurita* foi iniciado o monitoramento da espécie, concentrando esforços na única área que apresentava registro em campo da espécie dentro da área de estudo indicada pelo ICMBio: o Parque Natural Municipal Augusto Ruschi (PNMAR), que era justamente o fragmento florestal mais conservado entre todos os pesquisados no levantamento populacional.

Localizado dentro da APAMRPS, o PNMAR é uma Unidade de Conservação Municipal, de proteção integral, localizada no município de São José dos Campos, com 243 ha inserido no domínio da Mata Atlântica. Esta UC não é diretamente afetada pela diretriz da LT 500 kV ARA-TAU, apenas por sua faixa de servidão, mas parte da Zona de Amortecimento do Parque, é atravessada pela linha (Figura 6).



FIGURA 6 – Parque Natural Municipal Augusto Ruschi (em verde) e sua Zona de Amortecimento (em azul). Em vermelho, a Faixa de Servidão da LT 500 kV ARA-TAU

O monitoramento do sagui-da-serra-escuro foi iniciado no PNMAR em novembro de 2015 e finalizado, em sua primeira fase, em março de 2018. Uma vez que houve uma pausa no monitoramento entre os meses de outubro a dezembro de 2016, no total foram realizadas 24 campanhas de monitoramento, com periodicidade mensal e duração de 7 dias, buscando a habituação dos indivíduos encontrados para estudar melhor aspectos como sua composição sexual e etária, hábitos alimentares, horários de forrageamento etc.

Nessas campanhas os pesquisadores identificaram 6 grupos distintos de *C. aurita*, nos quais o tamanho médio variou entre 2 e 8 animais, porém com dominância de registros com 3 e 4 saguis por grupo. Também ocorreram visualizações de indivíduos solitários, o que levou os pesquisadores à estimativa de que a população da espécie no Parque é de 26 saguis.

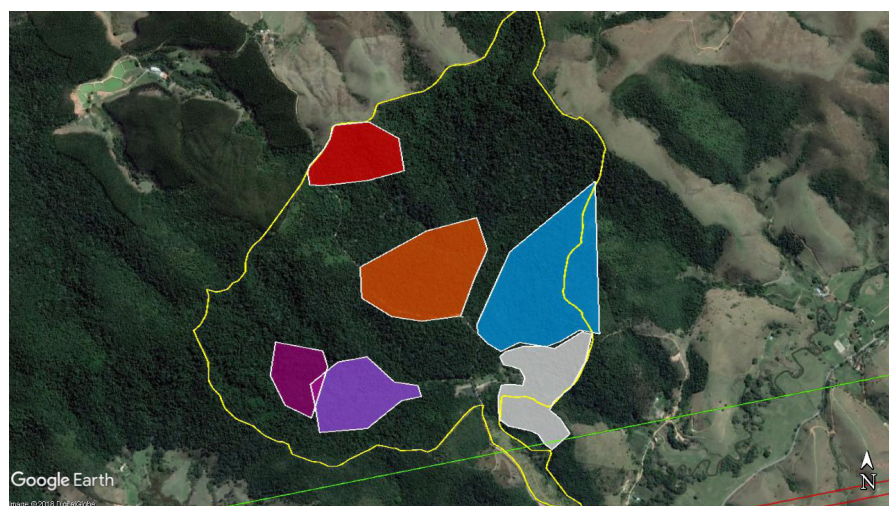


FIGURA 7 – Estimativa de áreas ocupadas pelos seis grupos de *Callithrix aurita* detectados no PNMAR ao longo do monitoramento específico.

Fonte: CERNE Ambiental (2018), modificado de Google Earth.



FIGURA 8: Indivíduos adultos de *Callithrix aurita* registrados durante a execução do Monitoramento Específico no Parque Natural Municipal Augusto Ruschi.

Autor: Wagner R. Lacerda, 2017.

Considerando os resultados obtidos ao longo do monitoramento, os pesquisadores concluíram que esta unidade de conservação, devido ao contexto da paisagem em que está inserida, representa um refúgio para a espécie em escala regional.

Contudo, alguns fatores levantados no estudo realizado lançam dúvidas sobre a proteção da população de *C. aurita* existente na localidade, estando entre esses o registro do corte ilegal do palmito-juçara (*Euterpe edulis*) no interior do Parque e a prática de caça na região, ainda que não tenha o sagui como alvo. Além disso, o relatório final do monitoramento (CERNE AMBIENTAL, 2018) ainda indica que o registro das espécies exóticas de saguis nas proximidades e inclusive no interior do PNMAR também se configura como uma ameaça considerável.

O monitoramento permitiu ainda verificar que o principal grupo de *C. aurita* que vem sendo monitorado se desloca até uma vegetação próxima à área que será diretamente afetada pela implantação da LT 500 kV ARA-TAU. Contudo, o estudo indicou até o momento (CERNE, 2018) que não foi constatado nenhum impacto decorrente da instalação do empreendimento sobre a espécie-alvo ou sobre o PNMAR.

2.2.2 Os resultados dos trabalhos com *C. aurita* e suas implicações para a conservação da espécie

Segundo Korman (2003), as ações de conservação biológica preveem o uso de corredores ecológicos entre os fragmentos de uma região para aumentar o fluxo da flora e da fauna. Valeri e Sêno (2004) mencionam que o corredor ecológico otimiza a habilidade das espécies de movimentarem-se por entre os fragmentos, aumentando o número de espécies nestes.

Seria natural concluir então que uma das principais ações para conservação de *C. aurita* na região estudada seria promover a conexão entre os fragmentos florestais e melhorar o estado de conservação destes, aumentando assim a área de vida da espécie, o que estaria alinhado ao objetivo do ICMBio para os estudos realizados.

No entanto, o registro da ocorrência das espécies exóticas invasoras *C. jacchus* e *C. penicillata* na região trouxe uma nova luz sobre essa questão. Essas são espécies extremamente generalistas e competitivas quanto ao habitat e seus recursos alimentares e apresentam um alto potencial de dispersão. Nunes (2015) indica ainda que o cruzamento entre essas espécies promove uma hibridação que, conseqüentemente, leva à descaracterização genética da população de *C. aurita*.

Em relação ao monitoramento realizado, os pesquisadores indicaram que:

Outra ameaça detectada no PNMAR durante o monitoramento foi a presença de congêneres invasores com elevado potencial de competição por recursos e, mais grave, elevado risco de hibridação com a espécie nativa, descaracterizando-a geneticamente. Entre as campanhas 2 e 6 foi observada uma fêmea de *C. jacchus* (sagui-de-tufo-branco) em área de borda de mata na estrada municipal que atravessa o parque. Tratava-se de um indivíduo que aparentemente foi mantido como pet, devido a sua elevada tolerância a aproximação com pessoas. A última observação feita dessa fêmea foi em uma situação de proximidade com um indivíduo de *C. aurita*. Após esse avistamento *C. jacchus* não foi mais detectado na área e, com o passar de tantos meses é razoável supor que não se encontra mais no PNMAR, não sendo possível determinar se foi a óbito devido à não habituação a um ambiente selvagem ou se tentou dispersar para outra área.

Situação mais grave do que a relatada acima é a presença de um grupo de *C. penicillata* (sagui-de-tufo-preto) em uma fazenda localizada no mesmo fragmento florestal onde o PNMAR se encontra (**Figura 9**). Na última visita feita ao local, durante a campanha 24, o grupo foi observado a uma distância aproximada de 500m da divisa com o PNMAR. Considerando a cobertura florestal disponível para deslocamento, o grupo de saguis invasores consegue chegar até o parque, tendo apenas que percorrer pelo chão, dois trechos de aproximadamente 30m cada. Com o provável aumento do número de indivíduos desse grupo, é grande a possibilidade de que chegue o momento em que alguns saguis tentarão dispersar em busca de maior oferta de recursos alimentares e abrigo, o que pode ocasionar sua entrada nos limites do parque e conseqüente contato com a população ainda pura de *C. aurita*. As conseqüências desse encontro tendem a ser desastrosas para a espécie nativa altamente ameaçada de extinção, devido ao elevado risco de hibridação. (CERNE AMBIENTAL, 2018).

A conclusão do trabalho de levantamento populacional de *C. aurita*, indicou que medidas para aumentar a conectividade entre os fragmentos, que hoje estão isolados,

podem favorecer a dispersão dessas espécies exóticas, o que pode ocasionar uma extinção local de *C. aurita*, devido à competição e/ou à hibridação.

Os resultados do monitoramento do sagui-da-serra-escuro promovido pela Copel GeT, junto aos demais estudos conduzidos sobre essa espécie, indicaram uma série de estratégias para a conservação da espécie na região, dentre elas a indicação de remoção das espécies exóticas invasoras; o monitoramento do PNMAR e sua zona de amortecimento para diagnosticar se a região permanecerá livre de saguis invasores ao longo do tempo; o estabelecimento de uma “zona tampão” ao redor do Parque, tendo como objetivo que a UC sirva como refúgio para a espécie *C. aurita*, mantendo uma população pura da espécie; e avaliação das populações sob parâmetros sanitários e genéticos. De acordo com as conclusões da Cerne Ambiental (2018) havendo um cenário favorável, essas informações permitirão subsidiar uma futura conexão entre as áreas com objetivo de estabelecer o fluxo gênico de *C. aurita* entre elas.

3 | CONCLUSÃO

Ressalta-se, primeiramente, que o estudo do traçado de linhas de transmissão deve levar em conta a existência de Unidades de Conservação e suas Zonas de Amortecimento, e devem considerar que a interferência com essas áreas certamente sujeitará o empreendimento a condicionantes ambientais não esperadas no momento de seu planejamento.

Programas que visam a conservação da fauna de uma região estão frequentemente entre as condicionantes estabelecidas pelos órgãos ambientais, a fim de caracterizar a fauna local antes do início das obras, e verificar se este grupo sofreu alterações que possam estar associadas ao empreendimento durante sua fase de construção e operação.

Contudo, em algumas regiões os remanescentes florestais já se encontram com um grau tão alto de degradação, que o desenvolvimento do monitoramento de fauna nos moldes mais tradicionais (campanhas sazonais, amostrando avifauna, herpetofauna e mastofauna) não trará, necessariamente, respostas sobre os impactos causados pelo empreendimento, uma vez que uma série de outros fatores antrópicos ocorrem paralelamente na região, como desmatamento ilegal, implantação de outros empreendimentos com potencial de degradação, uso de agrotóxicos nas culturas etc.

Desse modo, é extremamente importante quando os órgãos ambientais adotam ações estratégicas e direcionam os programas ou as compensações oriundas do licenciamento às necessidades de conservação da região em que os empreendimentos serão instalados, como no caso da LT 500 kV ARA-TAU, no qual a interferência na APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul, determinou a realização de estudos da espécie *Callithrix aurita*, ameaçada de extinção.

Conforme exposto ao longo desse trabalho, os estudos desenvolvidos pela Copel

GeT trouxeram informações importantes para a conservação dessa espécie na região da APAMRPS, tanto por gerar dados para esta espécie, que tem poucas informações sobre seu status atual de conservação, quanto por evidenciar que, nesse caso, uma ação usual de conservação de espécies, como o estabelecimento de corredores ecológicos, pode ser um fator determinante para a extinção da espécie *C. aurita* devido à existência de espécies exóticas invasoras na região.

Além disso, o licenciamento ambiental desse empreendimento permitirá que aspectos particulares da região sejam levados em conta em ações futuras de conservação da espécie, até mesmo a nível nacional, uma vez que os estudos realizados têm sido promovidos pelos pesquisadores em encontros e congressos técnicos e estão alinhados com o Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central (PAN MAMAC).

Por fim, vale lembrar a importância de que a equipe técnica dos empreendedores possua pessoal especializado, que busque esse alinhamento junto aos órgãos ambientais envolvidos. Reforça-se ainda que trabalhos como esse geram o reconhecimento dos empreendedores junto a todos os envolvidos, fortalecendo a marca das empresas como companhias ambientalmente responsáveis e que buscam a sustentabilidade em seus negócios.

REFERÊNCIAS

- (1) ABDALLA, S. E. **Caracterização da supressão vegetal e proposta de compensação ambiental para implantação da linha de transmissão 500 kV Araraquara 2 – Taubaté**. 2014. 64 p. Curitiba, 2014.
- (2) AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. - Brasília: ANEEL, 2005. 243 p: il. ISBN 85-87491-09-1. Disponível em < goo.gl/56P7m>
- (3) CERNE AMBIENTAL. Relatório do monitoramento específico de *Callithrix aurita*. 24^a Campanha. Relatório Consolidado Final. 31 p. Belo Horizonte, mar. 2018.
- (4) MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. In **Ambiente & Sociedade**. vol. IX. n. 1. jan – jun 2006. Disponível em < goo.gl/Ng15Dv>
- (5) KORMAN, V. **Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. 131 p. USP. Piracicaba, 2003.
- (6) MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Espécies exóticas invasoras**. Disponível em < goo.gl/eRNma4>.
- (7) NUNES, N. D. **O sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*) e os saguis invasores no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ, Brasil**: distribuição espacial e estratégias de conservação. 2015. 116 p. UERJ. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em < goo.gl/RsdtAo>
- (8) OLIVEIRA, R. R. DE; ZAÚ, A. S. Impactos da instalação de linhas de transmissão sobre ecossistemas florestais. In **Floresta e Ambiente**. Vol. 5(1): 184-191, jan – dez 1998. Disponível em: < goo.gl/rrAHGC>
- (9) VALERI, S. V; SENÔ, M. A. A. F. A Importância dos corredores ecológicos para a fauna e a sustentabilidade de remanescentes florestais. In: **Congresso internacional de direito ambiental**. v. 7. São Paulo: Imprensa oficial, v. 1. p. 699-709, 2004. Disponível em < goo.gl/iMASef>

SOBRE A ORGANIZADORA

Jaqueline Oliveira Rezende Possui graduação em Engenharia Elétrica, com certificado de estudos em Engenharia de Sistemas de Energia Elétrica e mestrado em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é aluna de doutorado em Engenharia Elétrica, no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atuou como professora nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Tem realizado pesquisas em Sistemas de Energia Elétrica, dedicando-se principalmente às seguintes áreas: Energia Solar Fotovoltaica; Curvas Características de Painéis Fotovoltaicos; Dinâmica de Sistemas Elétricos; Geração Distribuída; Simulação Computacional; Algoritmo Genético.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-45-1



9 788585 107451