



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**EMPREENDIMENTOS LINEARES EM RESERVAS BIOLÓGICAS DO
BRASIL: IMPACTOS SOBRE A FAUNA E MEDIDAS MITIGADORAS**

Tainara da Silveira Marcolino

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Erika Cortines

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**EMPREENDIMENTOS LINEARES EM RESERVAS BIOLÓGICAS DO
BRASIL: IMPACTOS SOBRE A FAUNA E MEDIDAS MITIGADORAS**

Tainara da Silveira Marcolino

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2017**

Marcolino, Tainara da Silveira, 2017

Empreendimentos lineares em Reservas Biológicas do Brasil: impactos sobre a fauna e medidas mitigadoras/ Tainara da Silveira Marcolino. - 2017.

57f.: grafs., tabs.

Orientador: Fábio Souto de Almeida

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. 54-57.

1. Plano de manejo – Brasil – Monografia. 2. Unidade de Conservação – Brasil – Monografia. I. Marcolino, Tainara da Silveira. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. III.

Empreendimentos lineares em Reservas Biológicas do Brasil: impactos sobre a fauna e medidas mitigadoras



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA

**EMPREENDIMENTOS LINEARES EM RESERVAS BIOLÓGICAS DO BRASIL:
IMPACTOS SOBRE A FAUNA E MEDIDAS MITIGADORAS**

Tainara da Silveira Marcolino

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 12/07/2017

Banca examinadora:

Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida

Prof^a. Co-orientadora Dra. Erika Cortines

Prof. Me. Felipe Cury Mazza

André Luiz Pereira

TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2017

Ao Mestre amado Jesus, que iluminou meu caminho e guiou meus
passos durante esta longa jornada.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui. A toda minha família pelo apoio de sempre. Agradeço especialmente ao meu noivo, Renan Novaes, que não me deixou desistir da graduação e esteve comigo em todos os momentos difíceis que vivi durante esse período, me consolando, acalmando e me mostrando motivos para continuar. Ao meu orientador, Professor Fábio Souto de Almeida, com quem iniciei o que veio a ser esse trabalho, sempre dedicado a sua profissão e disposto a ajudar a todos. Que fique aqui registrada a minha admiração. À minha coorientadora, Professora Erika Cortines, que na ausência do professor Fábio, por motivos de saúde, me ajudou a continuar o trabalho, com muita paciência, incentivo e apoio, que então tornaram possível a conclusão desta monografia. Agradeço também a todos os professores que sempre estiveram dispostos contribuindo para meu aprendizado. Aos colegas de turma que estiveram comigo durante a graduação. Não poderia deixar de agradecer a minha amiga, Ana Carolina Oliveira da Silva, com quem dividi vários momentos desde o início do curso, esteve sempre ao meu lado. Sua amizade foi de extrema importância durante minha formação, amizade verdadeira que mesmo distante levarei para vida toda. Muito obrigado a todos que me apoiaram nessa jornada!

“Tudo o que desejas se encontra do outro lado dos seus medos.”

RESUMO

Os empreendimentos lineares são obras necessárias ao crescimento populacional e econômico das cidades, estando relacionado com a produção de bens e serviços. No entanto, trazem impactos negativos quando dentro de Unidades de Conservação, principalmente de proteção integral. As Reservas Biológicas preservam a biodiversidade e características naturais da área onde são demarcadas e não permitem a interferência humana direta. O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar os empreendimentos lineares que afetam Reservas Biológicas (ReBio) Federais, seus possíveis efeitos sobre a fauna e propor medidas mitigadoras. Os dados foram levantados nos planos de manejo das ReBios e bibliografias relacionadas. As principais obras lineares citadas foram: rodovias, linhas de transmissão de energia, dutos para a passagem de óleo e gás. Os impactos à fauna relacionados a estes empreendimentos foram: atropelamento de fauna; supressão de vegetação e alteração do habitat; queimadas; Entre outros. As medidas mitigadoras para esses impactos passam pelo bom planejamento da obra por meio do licenciamento ambiental e suas mitigações e compensações associadas; construção de passagens para fauna nas rodovias, reflorestamento de áreas de apoio provisório das obras, realização de resgate de germoplasma, ações de educação ambiental, dentre outras. Conclui-se que boa parte das Reservas Biológicas Federais apresentam impactos relacionados às obras lineares e precisam de uma maior fiscalização dos órgãos ambientais das ações mitigadoras, garantindo assim a manutenção da função da ReBio de preservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Plano de manejo, Unidade de Conservação, biodiversidade.

ABSTRACT

Linear enterprises are works necessary for the population and economic growth of cities, being related to the production of goods and services. However, they have negative impacts when inside Conservation Units, mainly of integral protection. Biological Reserves preserve the biodiversity and natural characteristics of the area where they are demarcated and do not allow direct human interference. The objective of this work was to identify and quantify the linear developments affecting Federal Biological Reserves (ReBio), their possible effects on fauna and propose mitigating measures. The data were collected in the management plans of ReBios and related bibliographies. The main linear works cited were: highways, power transmission lines, pipelines for the passage of oil and gas. The impacts to the fauna related to these enterprises were: trampling of fauna; Suppression of vegetation and alteration of habitat; Burned; Among others. The mitigating measures for these impacts go through the good planning of the work through environmental licensing and its associated mitigations and compensations; Construction of passages for fauna on the highways, reforestation of areas of temporary support of the works, realization of germoplasma rescue, actions of environmental education, among others. It is concluded that a great part of the Federal Biological Reserves present impacts related to linear works and need a greater inspection of the environmental agencies of the mitigating actions, thus guaranteeing the maintenance of the ReBio's function of preserving biodiversity.

Key words: Management plan, Conservation Unit, biodiversity.

LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS

CBEE – Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LT – Linha de Transmisso

ReBio – Reserva Biolgica

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservao da Natureza

UC – Unidade de Conservao

PROCONVE – Programa de Controle de Poluio do Ar por Veculos Automotores

EUA - Estados Unidos das Amricas

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa climático do Brasil, indicando as zonas equatoriais, tropicais e temperadas. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.....18
- Figura 2.** Biomas brasileiros e suas respectivas áreas desmatadas. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017).....19
- Figura 3.** Localização de Unidades de Conservação do Brasil (Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Reservas Extrativistas e Reservas Ecológicas) – IBGE, 2008, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Cadastro de Unidades de Conservação e Terras Indígenas; e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.....23
- Figura 4.** Mosaico de Unidades de Conservação (UC) do estado do Espírito Santo-ES, formando o corredor ecológico experimental Sooretama-Goytacazes-Comboios, Sendo A Reserva Biológica de Sooretama a UC mais extensa com 27.878 ha. (Fonte: IEMA 2017)....23
- Figura 5.** Porcentagem da ocorrência das Reservas Biológicas Federais nos respectivos biomas no Brasil.....27
- Figura 6.** Síntese dos principais impactos à fauna associados a construções de rodovias. Fonte: http://www.lauxen.net/conecte/ava_imp.html.....35
- Figura 7.** Onça parda atropelada na rodovia BR-101 no trecho de 25 km que corta o complexo florestal Linhares-Sooretama que engloba a ReBio Sooretama, ES. Fonte: www.anda.jor.br; Foto: Leonardo Merçon.....41
- Figura 8.** Fluxograma com base nas etapas de licenciamento ambiental proposto pelo guia de procedimentos para mitigação dos impactos das rodovias sobre a fauna. Fonte: Lauxen (2012).....49
- Figura 9.** Passagem subterrânea construída para trânsito da fauna, com cercas de condução que conduzem o animal até a passagem. Fonte: <http://www.folhaverdenews.com/2015/02/falta-de-passage-para-animais-em.html>.....50
- Figura 10.** Drenagens de rodovias que podem se tornar funcionais também para a passagem subterrânea da fauna silvestre como as Capivaras da imagem captada por Ely Venâncio. Fonte: <https://www.anda.jor.br/capivara-13/>.....51
- Figura 11.** Macaco bugio (*Alouatta clamitans*) atravessando a passarela aérea antiatropelamento para fauna silvestre, instalada na av. Luis Carlos Gentile de Laet em São Paulo-SP. (Fonte: Ferreira, 2016. Disponível em: <http://www.wikiparques.org/em-sao-paulo-o-sucesso-de-um-corredor-de-fauna/>).....52

Figura 12. Placa indicando área de travessia de animais silvestres colocadas na BR-040, km 558, Nova Lima-MG. Fonte: <http://via040.com.br/noticias/9/Melhorias/42/Via-040-instalacao-placas-de-travessia-de-animais-silvestres-na-BR040.html> (2017).....57

Figura 13. Fluxograma indicando as diversas esferas participativas no aplicativo que alimenta os dados do Sistema de Informação da Saúde Silvestre (SISS), desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz, RJ. Fonte: <http://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br/estrutura>.....58

Figura 14. Placas educativas contra as queimadas intencionais provocadas por transeuntes e motoristas que transitam pela Rodovia Mário Covas (BR -101), próximo à Reserva Biológica União. Fonte: *Google Street View*.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Lista das Reservas Biológicas Federais do Brasil, Estado de localização, área total (hectares) e diploma legal de criação da Unidade de Conservação, com os seus Decretos e ano de publicação. Todos os dados presentes na tabela foram extraídos do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio 2017).....22

Quadro 2. Principais Reservas Biológicas (ReBios) Federais do Brasil, coordenadas geográficas (Lat/Long), respectivas obras lineares encontradas no seu interior ou entorno, comprimento da obra (km) e respectivos *links* para os planos de manejo consultados.25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL	17
1.1.1 Objetivos Específicos	17
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
2.1 ÁREA DE ESTUDO	18
2.2. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS LINEARES	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS RESERVAS BIOLÓGICAS FEDERAIS	21
3.2. OBRAS LINEARES NAS RESERVAS BIOLÓGICAS FEDERAIS	25
3.3. IMPACTOS DOS EMPREENDIMENTOS LINEARES SOBRE A FAUNA	35
3.3.1. Rodovias/Ferrovias	35
3.3.2. Canais de drenagem	39
3.3.3. Linhas de Transmissão	40
3.3.4. Dutos de Petróleo e gás	42
3.4. MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS NEGATIVOS DAS OBRAS LINEARES À FAUNA	44
3.4.1. Licenciamento Ambiental	44
3.4.2. Rodovias e ferrovias.....	46
3.4.3. Linhas de transmissão	49
3.4.4. Dutos de petróleo e Gás	51
3.4.5. Educação ambiental.....	52
4. CUMPRIMENTO DAS AÇÕES PROPOSTAS NOS ESTUDOS E RELATÓRIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	56
5. REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, a degradação ambiental tem gerado grande preocupação e vem sendo uma questão amplamente debatida. Degradação ambiental pode ser entendida como deterioração, desgaste ou destruição do meio ambiente, e podem ser usados como sinônimos desse termo as expressões “devastação ambiental” e “deterioração ambiental” (Lemos 2001).

Com a degradação ambiental e da extinção de espécies foram criadas unidades de conservação (UC), com o objetivo de preservar e conservar a natureza (Milano 1989). As unidades de conservação surgiram a partir da criação do Parque Nacional de *Yellowstone* nos Estados Unidos da América (EUA), em 1872 (Hassler 2005). A implementação desta unidade trouxe ideias de conservação e preservação que motivaram a criação de outras áreas protegidas em diversas partes do mundo (Viana & Rocha 2009).

No Brasil, Na década de 2000 foi promulgada a Lei Federal Nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (Brasil 2000). O SNUC representou avanços em relação à criação e gestão das unidades de conservação, pois apresentou um conjunto de categorias de áreas protegidas com objetivos específicos e normas para serem seguidas na sua criação e gestão (MMA 2017).

Dentre as categorias de unidades de conservação destacam-se as Reservas Biológicas (ReBio's), pela sua importância para a conservação da biodiversidade e demais recursos naturais e por estarem entre as mais restritivas em termos de uso dos recursos naturais e visitação. Essa categoria de unidade de conservação segundo o SNUC (Brasil 2000) tem como objetivo:

“A preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais”.

Não é permitida a existência de áreas particulares dentro das Reservas Biológicas e caso existam devem ser desapropriadas. Não é permitido o uso dos recursos naturais, nem o turismo, somente a pesquisa e práticas educacionais (Brasil 2000).

As intervenções antrópicas na paisagem à partir das diversas relações estabelecidas com a natureza, se tornam cada vez mais conflitantes, aumentando a necessidade de preservação (Oliva Júnior 2012).

As Reservas Biológicas sofrem efeitos antrópicos adversos e muitos desses efeitos são causados por empreendimentos que afetam de forma direta ou indiretamente as áreas dessas UC's ou sua zona de amortecimento (Rangel & Bueno 2016).

Empreendimentos lineares são segmentos de redes ou malhas dos projetos de infraestrutura necessários para atividades humanas (Cláudio 2007), cada tipo de empreendimento linear afeta o meio de maneira diferente, de forma que os impactos relacionados podem ser mais ou menos intensos (Dodde 2012).

Dentre os tipos comuns de obras lineares, pode-se citar: as rodovias, que é o meio de transporte mais adotado no Brasil; Ferrovias, que são adequadas ao transporte terrestre de grandes volumes de produtos sólidos; Dutovia, onde os dutos podem ser aéreos, submarinos ou enterrados, no Brasil, os dutos enterrados são os mais comuns por diminuírem os riscos de acidentes, uma vez que ficam menos acessíveis à população em geral; Canais, destinados a escoar águas com uma superfície livre, podem ser construídos a partir de cursos d'água naturais ou serem escavados de forma artificial (Oliveira 2009). Constituem intervenções significativas e sua interação com o meio físico e biótico é bastante complexa; podem causar profundas modificações no meio ambiente (Soares 2009) e Linhas de Transmissão de energia, que interligam diferentes tipos de subestações, cujo objetivo é o transporte de energia elétrica. Para se caracterizar como uma linha de transmissão, esse transporte de energia elétrica deve apresentar tensão superior a 138KV (Oliveira 2009).

Esses empreendimentos estão presentes por grandes extensões em todo o mundo e alcançam longas distâncias apesar de ocuparem uma faixa territorial relativamente estreita por onde passam. Em todos os casos os empreendimentos lineares representam um sistema de transporte, seja de energia, de passageiros ou de produtos comercializáveis (Dodde 2012).

Estas obras podem causar uma série de impactos negativos sobre às ReBio's, principalmente com relação à fauna. Assim, esse trabalho apresenta um levantamento de empreendimentos lineares que atingem Reservas Biológicas Federais, os principais impactos ambientais sobre a fauna e as medidas que podem ser utilizadas para minimizar a magnitude dos impactos negativos.

Esse trabalho pode ter um importante papel para elucidar o estado de desenvolvimento em que o país se encontra com relação ao tema.

1.1 OBJETIVO GERAL

Identificar e quantificar os empreendimentos lineares que afetam Reservas Biológicas federais e seus possíveis efeitos sobre a fauna.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento de empreendimentos lineares que afetam Reservas Biológicas Federais no Brasil;
- Identificar os impactos que os empreendimentos lineares provocam sobre a fauna nas Reservas Biológicas;
- Buscar nos Planos de Manejo das Reservas Biológicas, as medidas mitigadoras propostas para minimizar os impactos negativos sobre a fauna;
- Verificar no EIA-RIMA de algumas obras lineares, se as medidas mitigadoras propostas no estão sendo cumpridas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O Brasil está situado na América do Sul e faz divisa com 10 outros países. Seu território abrange uma área de aproximadamente 8.515.767,049 km² (IBGE 2017), sendo o quinto maior país do mundo. A população brasileira é de aproximadamente 206.483.893 habitantes. É um país com grande diversidade climática (IBGE 2017) (Figura 1).



Figura 1. Mapa climático do Brasil, indicando as zonas equatoriais, tropicais e temperadas. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.

O clima equatorial ocorre em expressiva porção do Brasil, incluindo a região da Floresta Amazônica. O clima tropical apresenta temperaturas geralmente elevadas e chuvas menos regulares que o clima equatorial. A região que apresenta as menores temperaturas é o sul do país, com predominância do clima temperado e podendo apresentar temperaturas abaixo de zero grau (IBGE 2017).

O país apresenta os seguintes biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal, Marinho Costeiro (IBGE 2017), a maioria com grandes áreas já desmatadas (Figura 2).

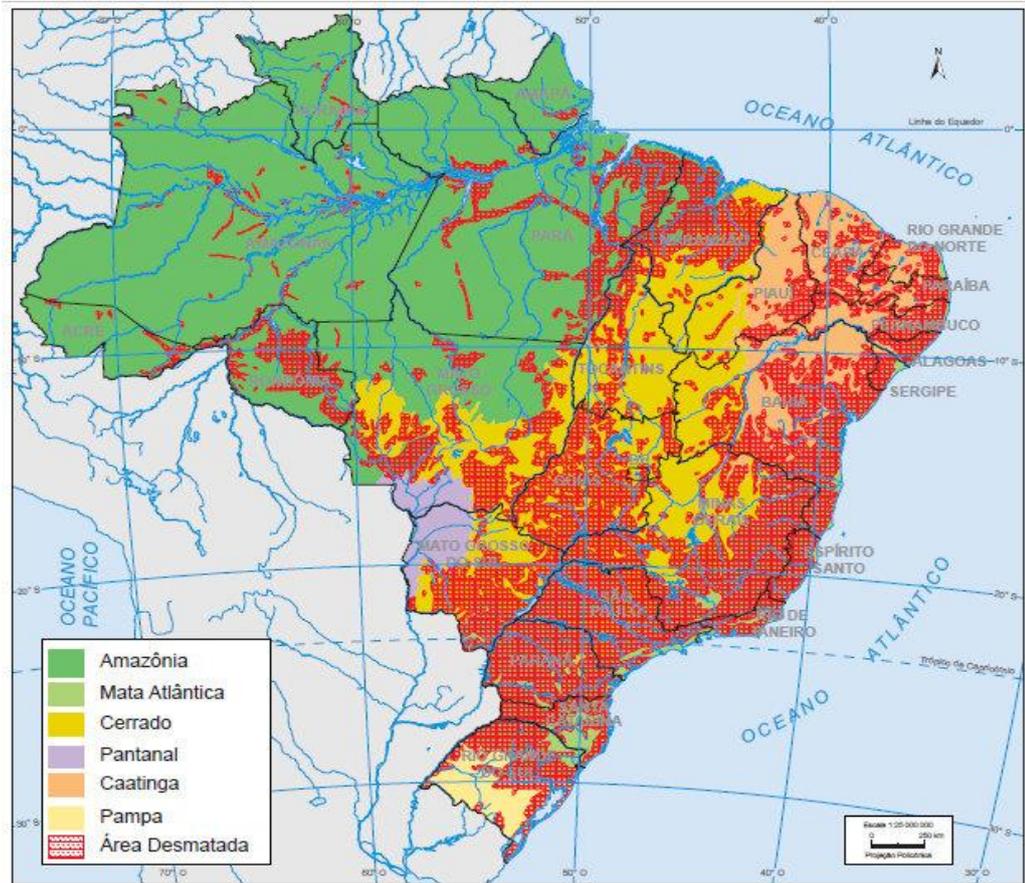


Figura 2. Biomas brasileiros e suas respectivas áreas desmatadas. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017).

Esta variação de climas e biomas confere ao Brasil uma elevada riqueza de espécies, sendo considerado um país megadiverso conforme conceitos propostos por Mittermeier et al. (1997). Os biomas Mata Atlântica e Cerrados são considerados *hotspots* – áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (IBGE 2017).

As Reservas Biológicas (ReBio's) no Brasil, estão distribuídas em diversos Biomas e são de extrema importância para a preservação desta biodiversidade (Figura 3).



Figura 3. Localização de Unidades de Conservação do Brasil (Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Reservas Extrativistas e Reservas Ecológicas) – IBGE, 2008, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Cadastro de Unidades de Conservação e Terras Indígenas; e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

2.2. Caracterização das Reservas Biológicas Federais e obras lineares

O levantamento das ReBio's criadas por decretos Federais, foi realizado por meio de consulta ao sítio eletrônico do ICMBio (<http://www.icmbio.gov.br/portal/>). Para cada ReBio Federal foram levantados os seus respectivos nomes, biomas de ocorrência, Estado de localização, extensão territorial (ha) e diploma legal de criação das UC's.

Quanto às obras lineares, foram considerados tais empreendimentos: rodovias, estradas de terra de grande extensão, ferrovias, linhas de transmissão de energia, dutos de óleo, gás e canais de drenagem. Para cada ReBio avaliada foram estimadas os comprimentos das respectivas obras lineares dentro das UC's, utilizando-se a ferramenta "régua" do *Google Earth-Pro* ou informações descritas nos planos de manejo da ReBio's.

Para cada tipo de empreendimento, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantamento dos tipos de impactos associados. As principais fontes pesquisadas foram os planos de manejo das respectivas UC's, artigos científicos, teses e dissertações, além de sítios eletrônicos, em especial o do Instituto Chico Mendes de Preservação da Biodiversidade (ICMBio).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS RESERVAS BIOLÓGICAS FEDERAIS

Foram encontradas 28 Reservas Biológicas Federais, das quais foram analisados os respectivos Planos de Manejo (Quadro 1). Ocorrem Reservas Biológicas Federais em 17 estados brasileiros.

Quadro 1. Lista das Reservas Biológicas Federais do Brasil, Estado de localização, área total (hectares) e diploma legal de criação da Unidade de Conservação, com os seus Decretos e ano de publicação. Todos os dados presentes na tabela foram extraídos do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio 2017).

Nº	NOME DA UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA	DIPLOMA LEGAL DE CRIAÇÃO
1	Reserva Biológica do Abufari	Amazonas	233.864,64 hectares	Dec nº 87.585 de 20/09/1982
2	Reserva Biológica Atol Das Rocas	Rio Grande do Norte	35.186,41 hectares	Dec nº 83.549 de 05/06/1979
3	Reserva Biológica de Augusto Ruschi	Espirito Santo	3.562,2800 hectares	Dec nº 87.589 de 20/09/1982 / Dec nº 92.753 de 05/06/1986
4	Reserva Biológica de Comboios	Espirito Santo	784,63 hectares	Dec nº 90.222 de 25/09/1984
5	Reserva Biológica da Contagem	Distrito Federal	3.426,15 hectares	Dec s/nº de 13/12/2002
6	Reserva Biológica do Córrego do Veado	Espirito Santo	2.357,7300 hectares	Dec nº 87.590 de 20/09/1982 / Dec nº 89.569 de 23/04/1984
7	Reserva Biológica do Córrego Grande	Espirito Santo	1.503,75 hectares	Dec nº 97.657 de 12/04/1989
8	Reserva Biológica do Guaporé	Rondônia	615.771,56 hectares	Dec nº 87.587 de 20/09/1982
9	Reserva Biológica Guaribas	Paraíba	4.051,62 hectares	Dec nº 98.884 de 25/01/1990
10	Reserva Biológica do Gurupi	Maranhão	271.197,51 hectares	Dec nº 95.614 de 12/01/1988
11	Reserva Biológica do Jarú	Paraná	346.861,17 hectares	Dec nº 83.716 de 11/07/1979 / Dec s/nº de 02/05/2006
12	Reserva Biológica Lago Piratuba	Amapá	392.469,1100 hectares	Dec nº 84.914 de 16/07/1980
13	Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	Santa Catarina	17.104,47 hectares	Dec nº 99.142 de 12/03/1990
14	Reserva Biológica Mata Escura	Minas Gerais	50.872,42 hectares	Dec s/nº de 05/06/2003
15	Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo	Pará	342.192,00 hectares	Dec s/nº de 20/05/2005
16	Reserva Biológica de Pedra Talhada	Alagoas	4.382,37 hectares	Dec nº 98.524 de 13/12/1989
17	Reserva Biológica das Perobas	Paraná	8.716,13 hectares	Dec s/nº de 20/03/2006
18	Reserva Biológica de Poço Das Antas	Rio de Janeiro	5.052,48 hectares	Dec nº 73.791 de 11/03/1974 / Dec nº 76.534 de 03/11/75
19	Reserva Biológica do Rio Trombetas	Pará	407.754,23 hectares	Dec nº 84.018 de 21/09/1979
20	Reserva Biológica de Saltinho	Pernambuco	562,57 hectares	Dec nº 88.744 de 21/09/1983
21	Reserva Biológica de Santa Isabel	Sergipe	5.547,42 hectares	Dec nº 96.999 de 20/10/1988
22	Reserva Biológica de Serra Negra	Pernambuco	624,85 hectares	Dec nº 87.591 de 20/09/1982
23	Reserva Biológica de Sooretama	Espirito Santo	27.858,68 hectares	Dec nº 87.588 de 20/09/1982
24	Reserva Biológica do Tapirapé	Pará	99.271,75 hectares	Dec nº 97.719 de 05/05/1989
25	Reserva Biológica do Tinguá	Rio de Janeiro	26.260 hectares	Dec nº 97.780 de 23/05/1989
26	Reserva Biológica de Uatumã	Amazonas	938.720,9500 hectares	Dec s/nº de 19/09/2002
27	Reserva Biológica de Una	Bahia	18.715,06 hectares	Dec nº 85.463 de 10/12/1980
28	Reserva Biológica União	Rio de Janeiro	2.547,95 hectares	Decreto s/nº de 22/04/1998

O Estado com a maior ocorrência de ReBio's Federais foi o Espírito Santo-ES, com um total de cinco unidades de conservação e 36.067,07 ha cobertos pelas ReBio's, correspondendo à 12,8% do seu território. Dentre elas a mais representativa em termos de preservação da biodiversidade é a ReBio Sooretama que forma um mosaico de UC's e faz parte do Corredor ecológico experimental de Sooretama-Goytacazes-Comboios, que é cortado pela BR-101 (Figura 4).

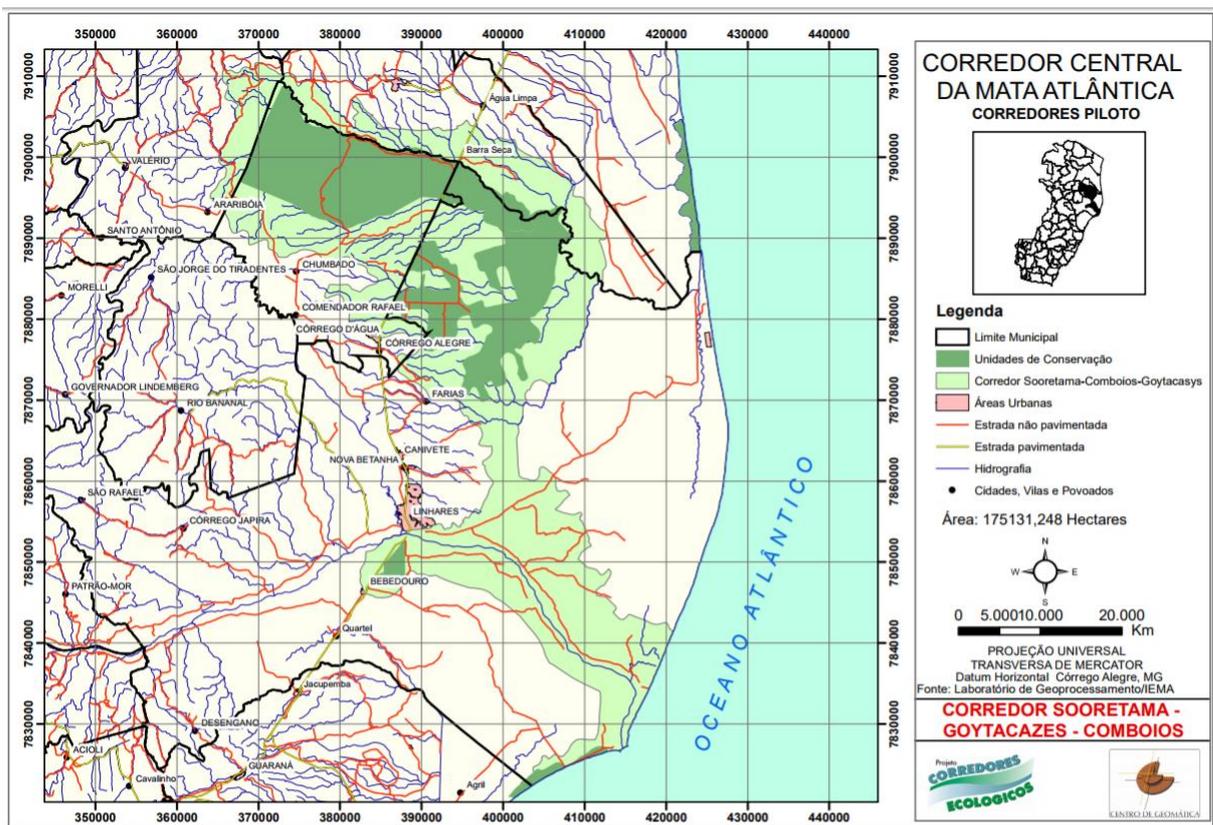


Figura 4. Mosaico de Unidades de Conservação (UC) do estado do Espírito Santo-ES, formando o corredor ecológico experimental Sooretama-Goytacazes-Comboios, Sendo a Reserva Biológica de Sooretama a UC mais extensa com 27.878 ha (Fonte: IEMA 2017).

Os principais biomas que possuem áreas protegidas por ReBio's foram: Mata Atlântica (15), Amazônia (10), Marinho Costeiro (4), Caatinga (1) e Cerrado (1) (Figura 5). Não foram identificadas ReBio's nos biomas Pantanal e Pampas (ICMBIO, 2017) indicando a necessidade de incentivos à preservação destes biomas, tendo em vista que são de extrema importância para a manutenção da biodiversidade nacional, devido à grande quantidade de espécies endêmicas neles presentes.

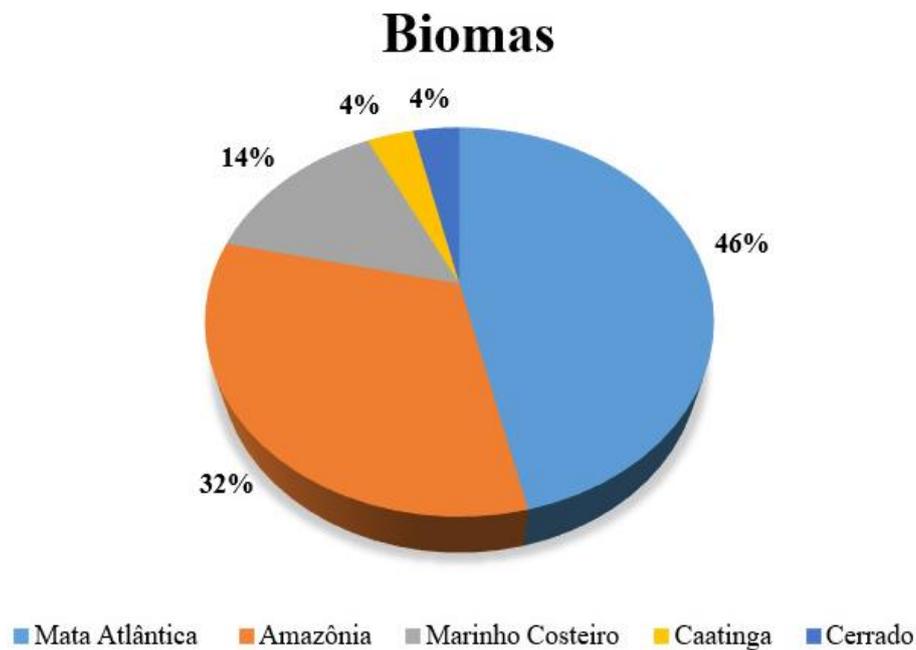


Figura 5. Porcentagem da ocorrência das Reservas Biológicas Federais nos respectivos biomas no Brasil.

Em termos de área coberta por ReBio (área somada em hectares (ha)), os biomas com maior cobertura, foram: Amazônia (3.997.280,72 ha); Mata Atlântica (209.362,85 ha); Marinho Costeiro (57.186,14 ha); Cerrado (3.411,72 ha); e Caatinga (624,86 ha) (ICMBio 2017).

A Mata Atlântica tem a maior quantidade de ReBio's e a maior concentração populacional do país. Esta concentração populacional traz como consequência a expansão de empreendimentos como as obras lineares. O desenvolvimento de estudos acerca dos impactos que obras lineares podem causar é necessário, visto que há escassez de informação sobre os impactos ambientais desses empreendimentos no Brasil e as soluções para os problemas (Bager 2012). Mesmo que os empreendimentos lineares sejam importantes para o desenvolvimento econômico e, por vezes proporcionem benefícios para a população, provocam uma série de impactos ambientais negativos (Fu et al. 2010), quando dentro de Unidades de Conservação ou em sua área de entorno.

3.2. OBRAS LINEARES NAS RESERVAS BIOLÓGICAS FEDERAIS

Na análise dos Planos de Manejo de todas as Reservas Biológicas Federais do Brasil foi observado a presença de estradas, dutos, canais, linhas de transmissão, ferrovia e hidrovía (Quadro 2).

Quadro 2. Principais Reservas Biológicas (ReBio's) Federais do Brasil, coordenadas geográficas (Lat/Long), respectivas obras lineares encontradas no seu interior ou entorno, comprimento da obra (km) e respectivos *links* para os planos de manejo consultados.

Nº	NOME DA UNIDADE	COORDENADA GEOGRÁFICA	TIPOS DE EMPREENDIMENTOS LINEARES	COMPRIMENTO DA OBRA (KM)	LINK PARA O PLANO DE MANEJO DA REBIO
1	ReBio do Abufari	5°12'52.29'' Lat. Sul e 63°02'46.72'' Long. Oeste	Não possui plano de manejo	-----	----- -
2	ReBio Atol Das Rocas	03°45' - 03°56' Lat. Sul e 033°37' - 033°56' Long. Oeste	Não foi citado nenhum empreendimento no plano de manejo	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2270-rebio-atol-das-rocas
3	ReBio de Augusto Ruschi	19°45'00'' - 20°00'00'' Lat. Sul e 40° 27'00'' - 40°38'00'' Long. Oeste	Rodovia e estrada	50 m de rodovia e 10 km de estrada	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2150-rebio-de-augusto-ruschi

4	ReBio de Comboios	19°38' - 19°45' Lat. Sul e 39° 45' - 39°55' Long. Oeste	Dutos	Não foi citado o comprimento dos dutos no plano de manejo e não foi possível visualizar através do <i>Google Earth</i>	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2271-rebio-de-comboios
5	ReBio da Contagem	15°38'14.41'' Lat. Sul e 47°52'29.23'' Long. Oeste	Não possui plano de manejo	-----	-----
6	ReBio do Córrego do Veado	189°19'00" - 189°31'00" Lat. Sul e 402°11'00" - 409°14'00" Long. Oeste	Estradas	26 km de estradas	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2141
7	ReBio do Córrego Grande	18°12' - 18°18' Lat. Sul e 39°45' - 39°50' Long. Oeste	Estradas de terra e canais de drenagem	23 km de estradas de terra. Não foi citado o comprimento dos canais de drenagem do plano de manejo e não foi possível visualizá-los no <i>Google Earth</i>	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2314-rebio-do-corrego-grande
8	ReBio do Guaporé	12°91'0" - 12°95'3" Lat. Sul e 62°91'0" - 63°93'5" Long. Oeste Gr.	Não foi citado nenhum empreendimento no plano de manejo	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1997-rebio-do-guapore
9	ReBio Guaribas	06°39'47" - 06°42'57" Lat. Sul e 41°06'46" - 41°08'00" Long. Oeste	Linha de transmissão, gasoduto e estrada de terra	1,5 km de gasoduto e aproximadamente 15 km de estradas de terra. Não foi citado o comprimento da linha de transmissão no plano de manejo e não foi possível visualizá-la no <i>Google Earth</i>	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2151-rebio-de-guaribas

10	ReBio do Gurupi	03°09' - 04°08' Lat. Sul e 46°27' - 46°58' Long. Oeste	Estradas de terra	300 km de estradas	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1998-rebio-do-gurupi
11	ReBio do Jaru	10°02'10.13" – 10°11'20.61" Lat. Sul e 61°56'27.23" – 61°50'22.59" Long. Oeste	Estradas de terra	33,6 km de estradas	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1999-rebio-do-jaru
12	ReBio Lago Piratuba	10°11'20.61" S e 61°56'27,23" O – 61°50'22.59" O	Não possui plano de manejo	-----	----- -
13	ReBio Marinha do Arvoredo	27°09'30" - 27°17'57" Lat. Sul e 48°18'30" - 48°25'30" Long. Oeste	Não foi citado nenhum empreendimento no plano de manejo	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2276-rebio-marinha-do-arvoredo
14	ReBio Mata Escura	16°19'26.52" Lat. Sul e 41°02'59.86" Long. Oeste	Não possui plano de manejo	-----	----- -
15	ReBio Nascentes da Serra do Cachimbo	8°39'41" ao Norte, 9°22'14" ao Sul, 54°59'44" ao Oeste, 54°22'36" ao Leste	Linha de transmissão e estradas	923 km de estradas. Não foi citado o comprimento da linha de transmissão no plano de manejo e não foi possível visualizá-la no <i>Google Earth</i>	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/2002-rebio-nascentes-da-serra-do-cachimbo

16	ReBio de Pedra Talhada	9°11' - 9°16' Lat. Sul e 36°22' - 36°28' Long. Oeste	Estradas	Aproximadamente 26 km de estradas	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2154-rebio-de-pedra-talhada
17	ReBio das Perobas	23°51' Lat. Sul e 52°45' Long. Oeste	Estradas de terra	Não foi citado o comprimento das estradas no plano de manejo e não foi possível visualizá-las no <i>Google Earth</i>	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2148
18	ReBio de Poço Das Antas	22°30' - 22°33' Lat. Sul e 42°15' - 42°19' Long. Oeste	Estrada de ferro EF-103	Aproximadamente 9 km de estrada de ferro	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2155-rebio-de-poco-das-antas
19	ReBio do Rio Trombetas	0°39' - 1°29' Lat. Sul e 56°17' - 57°03' Long. Oeste	Rodovia e hidrovía	20 km de rodovia e 118 km de hidrovía	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/2003-rebio-do-rio-trombetas
20	ReBio de Saltinho	08°44'13" - 08°43'09" Lat. Sul e 35°10'11" e 35°11'02" Long. Oeste	Rodovias e linha de transmissão	3,2 km de rodovias e 3 km de linha de transmissão	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2156-rebio-de-saltinho
21	ReBio de Santa Isabel	10°38'33.19" Lat. Sul e 36°43'13.43" Long. Oeste	Não possui plano de manejo	-----	-----
22	ReBio de Serra Negra	8°39'26.47" Lat. Sul e 38°01'49.58" Long. Oeste	Não foi citado nenhum empreendimento dentro da reserva.	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga/2136

23	ReBio de Sooretama	18°53' - 19°05' Lat. Sul e 39°55' - 40°15' Long. Oeste Gr.	Rodovia e estrada de terra	5 km de rodovia e 12 km de estrada	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2157-rebio-de-sooretama
24	ReBio do Tapirapé	5°35'42.81" Lat. Sul e 50°36'53.76" Long. Oeste	Não foi citado nenhum empreendimento dentro da reserva.	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/2000-rebio-do-tapirape
25	ReBio do Tinguá	22°22'20" - 22°45'00" de Lat. Sul e 43°40'00" - 43°05'40" de Long. Oeste	Linha de transmissão, dutos, rodovia e estrada	3 km de rodovia e aproximadamente 7 km de estrada. Não foi citado o comprimento da linha de transmissão no plano de manejo e não foi possível visualizá-las no <i>Google Earth</i>	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2143-rebio-do-tingua
26	ReBio de Uatumã	0°50' - 1°55' Lat. Sul e 58°50' - 60°10' Long. Oeste	Não foi citado nenhum empreendimento dentro da reserva.	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1994-rebio-de-uatuma
27	ReBio de Una	15°00' - 15° 15' Lat. Sul e 30°00' - 30°15' Long. Oeste	Não foi citado nenhum empreendimento dentro da reserva.	-----	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2158
28	ReBio União	22°25'40" Lat. Sul e 42°02'06" Long. Oeste	Rodovia, estradas, estrada de ferro, linhas de transmissão e dutos	6,5 km de rodovia, 2 km de estradas, 7,4 km de estrada de ferro, 10,2 km de linhas de transmissão e 6,61 km de dutos	http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2144-rebio-uniao

Do total, 18% das ReBio's não possuem Plano de Manejo e portanto não foram avaliadas as informações sobre as obras lineares. Algumas (29%) não apresentaram nenhum tipo de obra linear descritas nos respectivos planos de manejo.

- **Reserva Biológica do Abufari (Amazonas):** Não possui plano de manejo.
- **Reserva Biológica Atol das Rocas (Rio Grande do Norte):** Há canais de passagem de botes salva-vidas dentro da Reserva Biológica. Em sua zona de amortecimento há rotas de navegação e trânsito de embarcações com substâncias tóxicas/poluidoras.
- **Reserva Biológica Augusto Ruschi (Espírito Santo):** Existem na UC uma rodovia intermunicipal que corta a Unidade de Conservação e uma estrada municipal não pavimentada de baixa intensidade que liga dois municípios. Mesmo sendo uma estrada de baixa intensidade é frequente o atropelamento de animais silvestres.
- **Reserva Biológica de Comboios (Espírito Santo):** Há existência de um gasoduto que intercepta longitudinalmente toda a Reserva, dutos para passagem de petróleo e gás e um terminal para movimentação de derivados de petróleo da PETROBRÁS que por enquanto se encontra desativado, sendo assim um sério risco à integridade da Reserva.
- **Reserva Biológica da Contagem (Distrito Federal):** Não possui plano de manejo.
- **Reserva Biológica Córrego do Veado (Espírito Santo):** A reserva possui 26 km de estrada que a contorna, com vários trechos em processo de erosão, assoreamento e desbarrancamento; mais de 20 km de cerca, com aproximadamente 70% em bom estado de conservação; e, aproximadamente 10 pontes, algumas em péssimo estado de conservação.
- **Reserva Biológica Córrego Grande (Espírito Santo):** A Unidade é circundada por uma estrada de terra, de cerca de 5 m de largura por 23 km de comprimento. Pelo lado que limita-se com Picadão da Bahia, há um aceiro de aproximadamente de 4m de largura internamente a cerca de arame liso (4 fios). Na estrada existem drenagens que fluem para os córregos Grande (a oeste) e Taquaruçu (a sudeste). Na estrada, há o desenvolvimento de processos erosivos (desbarrancamentos) dos pontos de interceptação, propiciando o despejo de sedimentos nas drenagens. Durante o período chuvoso, a situação fica mais complicada em se tratando do aporte de sedimentos para

áreas de jusante, visto que os barramentos impedem o fluxo normal dos cursos d'água. A área faz limite com a BR-10.

- **Reserva Biológica do Guaporé (Rondônia):** Não foi citado nenhum empreendimento linear dentro da reserva no plano de manejo.
- **Reserva Biológica Guaribas (Paraíba):** Há uma linha de transmissão de energia elétrica que passa através da REBIO Guaribas. Existe também uma linha de gasoduto que passa pela reserva numa extensão de aproximadamente 1,5 km, instalada anteriormente à criação da UC. Entretanto, os impactos mais preocupantes para a Reserva advêm das rodovias pavimentadas PB-071 e BR-101, onde o tráfego é mais intenso e os veículos circulam em velocidades maiores. Como agravante, há um projeto de duplicação da rodovia BR-101 que margeia as áreas da REBIO que está em andamento, fato que ampliará ainda mais seus impactos negativos sobre a vida silvestre. Além disso, existe também a possibilidade de que a estrada de terra que passa pela face norte da reserva, interligando a BR-101 ao litoral também seja asfaltada, contribuindo para que a matriz viária local se consolide como o elemento divisor das comunidades animais e vegetais estabelecidos em lados opostos dessas vias públicas. Além das rodovias supracitadas, existem também diversos outros caminhos e estradas não-pavimentadas que facilitam o trânsito dos moradores locais entre as comunidades cujos impactos são evidentes.
- **Reserva Biológica do Gurupi (Maranhão):** A reserva é inteiramente recortada por estradas e vias, por aproximadamente 300 km. Ao sudeste a UC faz limite com a estrada de ferro de Carajás, que possui aproximadamente 100 km de comprimento.
- **Reserva Biológica do Jaru (Paraná):** Existem pelo menos quatro locais previstos para a construção de usinas hidrelétricas no rio Machado, sendo que duas estariam dentro da área da RB do Jaru. Há abertura de 33,6 km de estradas e carreadores. No entorno imediato e no interior da RB do Jaru existem acessos terrestres e aquáticos que dão entrada e saída à unidade, os quais são utilizados pelos próprios servidores nos trabalhos de rotina, mas também por pessoas não autorizadas na prática de ilícitos ambientais, tais como caça, pesca, garimpo e extração de produtos florestais.
- **Reserva Biológica Lago Piratuba (Amapá):** Não possui plano de manejo.

- **Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Santa Catarina):** Não foi citado nenhum empreendimento linear dentro na reserva no plano de manejo.
- **Reserva Biológica Mata Escura (Minas Gerais):** Não possui plano de manejo.
- **Reserva Biológica Nascentes Serra do Cachimbo (Pará):** Há uma linha de transmissão em alguns trechos da reserva, interrupção do fluxo de água (construção de barragem, buchas, açudes), aproximadamente 923 km de estradas e caminhos já mapeados causando a fragmentação dos ambientes. A reserva é próxima da BR-163, sofrendo assim suas pressões/impactos.
- **Reserva Biológica de Pedra Talhada (Alagoas):** Na porção norte da reserva, há estradas mantidas pela prefeitura de Lagoa do Ouro, que dá acesso às comunidades limítrofes ou do interior da UC, o que facilita a retirada da madeira.
- **Reserva Biológica de Perobas (Paraná):** Há presença de estradas não pavimentadas que além de facilitarem o acesso e intervenção antrópica sobre estes ambientes, são facilitadoras de processos erosivos. Faz limite com a rodovia BR-487, conhecida como estrada Boiadeira, que também não é pavimentada.
- **Reserva Biológica de Poço das Antas (Rio de Janeiro):** Faz limite ao norte com a Rodovia BR-101. Ferrovia que cruza a RB em sentido Leste-Oeste e abrange uma área de aproximadamente 9 km.
- **Reserva Biológica Rio Trombetas (Pará):** Há áreas ocupadas pelas instalações portuárias da Mineração Rio do Norte em seu entorno, além da estrada da Cachoeira Porteira – BR-163, de aproximadamente 20 km – que conflitam com os objetivos de conservação da Reserva Biológica, entretanto, foram instalados antes da criação oficial da UC. Por outro lado, o rio Trombetas, que é abrangido pela Reserva Biológica, é utilizado como meio de deslocamento pelas comunidades residentes, tanto no interior, quanto no entorno da UC, constituindo-se na única via de navegação existente para essas comunidades no contexto da realidade da região. Há também diversas estradas muito largas para o escoamento das toras retiradas. O Rio Trombetas é usado inclusive para a navegação de grandes navios cargueiros internacionais.
- **Reserva Biológica de Saltinho (Pernambuco):** Hoje, a Reserva é recortada por duas rodovias estaduais pavimentadas que possuem grande tráfego (PE-060 e PE-076), e

que geram impactos significativos na dispersão da fauna. A PE-060 tem origem em Recife e liga a capital ao litoral sul do Estado pernambucano até a cidade de São José da Coroa Grande, atravessando a REBIO num trecho de 2,5 km. A PE-076 liga a rodovia PE 060, desde seu entroncamento no interior da REBIO (Km 60) até a cidade de Tamandaré, cortando a Reserva numa extensão de 0,7 km. Paralelamente à estrada PE-060 existe a passagem de uma linha de cabos óticos que também corta parte da Reserva, na mesma extensão da referida rodovia, ou seja, 2,5 km, sem qualquer tipo de retorno indenizatório à título de concessão deste uso conflitante com os objetivos da ReBio Saltinho. A ReBio Saltinho também é atravessada por linhas de transmissão de energia elétrica, sendo uma de alta tensão com 69 kV, cuja extensão que cruza a Reserva é de quase 1.000 m; e outra linha de baixa tensão, que abastece de energia a sede da Unidade, numa extensão total de cerca de 2.000 m.

- **Reserva Biológica de Santa Isabel (Sergipe):** Não possui plano de manejo.
- **Reserva Biológica da Serra Negra (Pernambuco):** Faz limite com Rodovia Estadual PE-360 e também com estradas sem pavimentação. Não foi citado nenhum empreendimento linear dentro da reserva.
- **Reserva Biológica de Sooretama (Espírito Santo):** A reserva é cortada pela BR-101, no sentido norte-sul, por cerca de 5 km, nela os veículos automotores transitam em alta velocidade, não respeitando as placas de limite de velocidade, de indicação da área da reserva e da presença de animais. Existe também cortando a reserva no mesmo sentido, a estrada de terra ES-358 de tráfego menos intenso, mas que também ocorre o atropelamento de fauna.
- **Reserva Biológica do Tapirapé (Pará):** Não foi citado nenhum empreendimento linear dentro na reserva no plano de manejo.
- **Reserva Biológica do Tinguá (Rio de Janeiro):** Existem na reserva sete pontos de captação de água e represamentos para sua distribuição, presença de moradores não pertencente ao quadro de servidores do Ibama, uma linha de transmissão de alta tensão, três dutos de passagem de óleo, gases e demais derivados de petróleo, uma estrada Federal (BR-040) e uma estrada local em uso (Caminho do Imperador).

- **Reserva Biológica Uatumã (Amazonas):** Não foi citado nenhum empreendimento linear dentro na reserva no plano de manejo.
- **Reserva Biológica de Uma (Bahia):** A Área de Influência apresenta a rodovia federal BR-101 que atravessa sentido norte-sul, sua parte oeste. A rodovia apresenta intenso tráfego de veículos de carga, carros de passeios e coletivos. Além desta rodovia, a BR-415, estrada que liga Ilhéus e Itabuna também está dentro da Área de Influência, bem como várias estradas de terra vicinais, sendo que as principais são Arataca-Una e Buerarema-Ilhéus. A rodovia estadual BA-001 que liga Ilhéus a Canavieiras é asfaltada em toda sua extensão e margeia o litoral, sendo um dos motivos pelo aumento do fluxo turístico local. A rodovia BR-101 possui tradição como ponto de venda de animais capturados na floresta sul-baiana. Não foi verificado nenhum empreendimento linear dentro da reserva.
- **Reserva Biológica União (Rio de Janeiro):** Esta foi a ReBio com a maior quantidade de empreendimentos lineares. A Reserva é cortada pela Rodovia BR-101 por cerca de 6,5 km, entre o km 182,5 e o km 189; Pela Ferrovia, por cerca de 7,4 km e duas estradas municipais de Rio das Ostras passam em seu interior. Ainda, em seu interior estão instaladas seis linhas de transmissão de energia elétrica e estão dispostas paralelamente formando uma única faixa de domínio com 60 m de largura e aproximadamente 5,3 km de comprimento; a outra (RLMG) possui 30 m de largura e 4,2 km de comprimento. As três linhas da AMPLA têm faixa de domínio de 30 m cada uma e comprimentos de 3,5km (Macabú - Rocha Leão), 1,0 km (Rocha Leão Furnas – Rocha Leão Ampla) e 1,7 km (Rocha Leão – Araruama). A área ocupada pelas faixas de domínio das linhas de transmissão de energia elétrica das duas empresas, dentro da RB, totaliza 113,54 ha. As faixas de domínio destes empreendimentos se encontram em situações ambientais diversificadas, necessitando de ações específicas para a mitigação dos impactos ocorrentes. Há também instalados um oleoduto e dois gasodutos. A faixa de dutos corta a Reserva em cerca de 6,5 km de extensão e compreende dois gasodutos (GASDUC I e II), um oleoduto (OSDUC I) e um cabo de fibra óptica, dispostos em uma faixa de 20 m de largura ocupando uma área de 11,66 ha. Sua implantação data da década de 80, quando foram instalados dutos subterrâneos

para transporte de materiais combustíveis provenientes da bacia petrolífera de Campos.

3.3. IMPACTOS DOS EMPREENDIMENTOS LINEARES SOBRE A FAUNA

3.3.1. Rodovias/Ferrovias

Segundo Lauxen (2012) a mortalidade de animais silvestres e a formação de barreira física estão entre os principais impactos das estradas sobre a fauna, além dos impactos referentes à perda/modificação de habitat, perturbação/efeito de borda, afugentamento da fauna, aumento da predação, dentre outros (Figura 6).

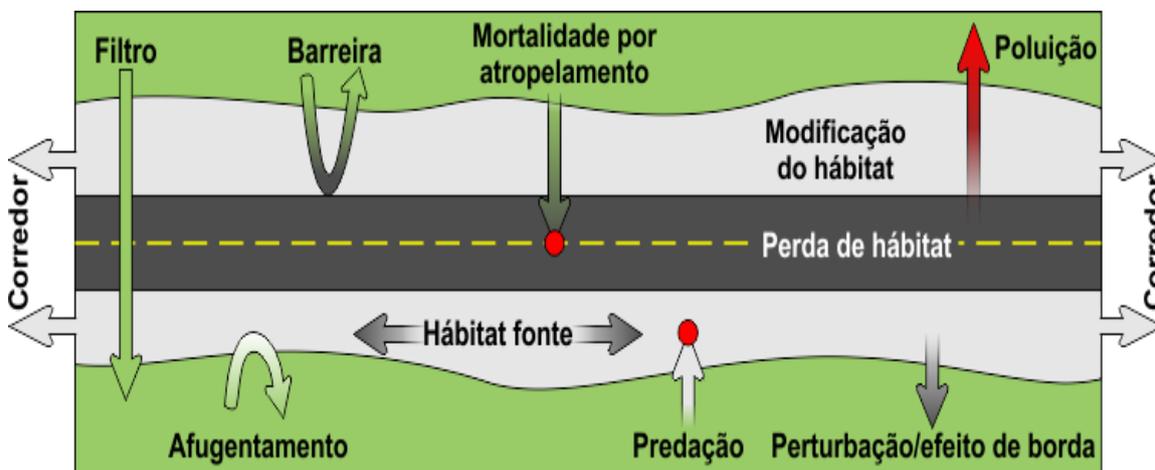


Figura 6. Síntese dos principais impactos à fauna associados a construções de rodovias. Fonte: http://www.lauxen.net/conecte/ava_imp.html.

O principal impacto citado nos planos de manejo estudados foi o atropelamento da fauna. São incontáveis os fatores que podem interferir na mortalidade de fauna nas rodovias, tais como: tráfego de veículos, paisagem, a capacidade e velocidade de travessia do animal e densidade de indivíduos no ambiente (IBRAM 2014), falta ou precárias condições de sinalização, falta de proteção no entorno (Bager 2012, Lester 2015), além das alterações no comportamento dos animais, alteração do estado fisiológico, estresse, modificação de cadeia alimentar; fragmentação e alteração de habitats por efeito de borda, interceptação dos corredores de dispersão natural da fauna terrestre, isolamento populacional, entre outros.

Segundo estimativas do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), mais de 470 milhões de animais silvestres são atropelados nas rodovias do Brasil a cada ano. Isso significa uma perda de, aproximadamente, 1.296.000 animais por dia e 15 animais por segundo devido a colisões com automóveis (CBEE 2014). O Brasil é um dos países megadiversos, em termos biológicos. É considerado o detentor da maior diversidade biológica de animais vertebrados (Sabino & Prado 2003). A estimativa é que morrem aproximadamente 430 milhões de pequenos animais (sapos, pequenas aves, cobras, dentre outros), 40 milhões de animais de médio porte (p.ex. gambás, lebres, macacos) e 5 milhões são de grande porte (Ex. onças pardas, lobos guarás, onças pintadas, antas, capivaras, e outros) (CBEE 2017).

Quando se considera uma área onde já existem comunidades de espécies que interagem entre si, qualquer fragmentação que se interponha, como, por exemplo, a própria estrada, faz com que os animais sejam obrigados a se dispersar, gerando divisões menores de áreas e abrigo, com isso, comunidades menores, mais propensas a desaparecer (Rodrigues & Nascimento 2006).

De acordo com o CBEE (2017), 90% dos animais atropelados são pequenos vertebrados, 9% vertebrados de médio porte e 1% vertebrados de grande porte.

Os números apresentados pelo CBEE (2014), apesar de elevados, são baseados em um estudo que considerou 14 artigos científicos publicados em diferentes revistas brasileiras e que foram realizados em vários biomas. A partir destes artigos, foi calculada uma taxa de atropelamento médio para o Brasil. Como a maioria dos trabalhos brasileiros são realizados em rodovias federais de pista simples, a taxa calculada foi usada como referência para este tipo de rodovia.

Segundo o CBEE (2017), a região Brasileira onde morre mais animais é o Sudeste, seguido pelo Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte. Só nesse ano de 2017 já foram mortos aproximadamente 200 milhões de animais por atropelamento.

Na ReBio Sooretama no Espírito Santo, dezenas de animais são atropelados por dia em um trecho de apenas 25 km da rodovia BR 101 que corta a Reserva. As populações de Onças-pardas na ReBio Sooretama reduziu drasticamente de 300 para 9 indivíduos desde sua criação em 1982 até 2015, onde muitos destes indivíduos foram mortos por atropelamento na BR 101 (Coimbra 2015) (Figura 7).



Figura 7. Onça parda atropelada na rodovia BR-101 no trecho de 25 km que corta o complexo florestal Linhares-Sooretama que Engloba a ReBio Sooretama, ES. Fonte: www.anda.jor.br; Foto: Leonardo Merçon.

Na estrada que corta a Floresta Nacional de Carajás-PA, animais como serpentes (Ophidia) e gambás *Didelphis marsupialis* foram mais atropelados (7,5/ano), seguidos de aves, raposas (*Cerdocyon thous*), quatis (*Nasua*), roedores (Rodentia), e não identificados (4,9/ano); cuíca *Marmosops* sp., tapeti *Sylvilagus brasiliensis*, guariba *Alouatta* sp., irara (*Eira barbara*), jabuti (*Geochelone* sp.), lagartos (Lacertilia) e macaco prego (*Cebus apella*) (1/ ano). Estes dados mostram que os impactos não ocorrem somente nas ReBios mas também em outras categorias de unidades de conservação (Gumier-Costa & Sperber 2009).

Além do risco de atropelamento de fauna os veículos emitem gases e deixam escapar produtos tóxicos, gases esses, que podem espalhar-se por longas distâncias. Em decorrência das chuvas esse fato também implica na alteração da composição de rios e regimes hidrológicos pelas redondezas (Forman & Alexander 1998).

O atropelamento de fauna em ferrovias também é constante, com o tempo os animais passam a interagir diretamente com esse tipo de empreendimento, e então, eles passam a integrar o seu habitat natural ou a interferir na procura de alimentos (Bager 2012).

Cabe destacar ainda que a abertura de novos acessos pode gerar impactos de grande magnitude, uma vez que confere acessibilidade a áreas que até então se encontravam isoladas. A existência de um vetor de penetração na floresta poderá induzir a ocupação desordenada (Plano de Manejo Reserva Biológica Guaribas 2003). A fragmentação da vegetação aumenta

a probabilidade de incêndios, acidentes com substâncias inflamáveis, atividades ilegais, retiradas de produtos vegetais e a caça, já que facilitam o acesso a áreas que possuem vegetação em melhor estado de conservação (Campos 2010).

Alguns dados apontam para o fato de que os animais são atropelados não só pelo percorrer aleatório na região que passou a ser cortada por uma rodovia. Alguns animais podem ser atraídos também por restos de alimento e lixo jogados nas estradas. Espécies necrófagas vão à procura de animais mortos pelos veículos e à noite algumas espécies de grandes predadores utilizam rodovias que tenham pouco tráfego para se deslocarem, perpetuando muitas vezes um ciclo de atropelamentos (Scoss et al. 2004). Além de restos de alimento são encontrados outros diferentes tipos de material, como embalagens de copos, garrafas, detritos e outros materiais, onde as maiores vítimas do descaso são os animais que também acabam morrendo sufocados pela ingestão de fragmentos de plásticos e resíduos (Rocha 2005). Garrafas e latas, por exemplo, podem se tornar armadilhas para pequenos mamíferos, cobras e lagartos (Spellerberg 2002).

Os ruídos causados pelo volume de tráfego de veículos são um tipo de poluição que afetam mais as populações de aves e anfíbios, causando seu afugentamento e mudanças no comportamento, além de incomodar a população humana ao redor (Rosa 2012). A interferência acústica causada nas aves pelos veículos, por exemplo, atinge diretamente o acasalamento, a defesa do território de outras aves, avisos sonoros emitidos contra os predadores e a maneira como esses grupos se relacionam, interferindo no sucesso reprodutivo da espécie (Parris & Schneider 2009). Rosa (2012) afirma que o mesmo ocorre com os anfíbios em relação ao acasalamento. Geralmente, machos que emitem sons mais altos são os que querem chamar mais atenção e a presença de ruídos artificiais interfere na escolha da fêmea.

Muitos caminhos e estradas também cortam e obstruem cursos d'água, causando o represamento da água a montante, afogando a mata, além do assoreamento dos mesmos. Estes danos causam modificações físicas e químicas profundas nestes cursos de água com consequências drásticas para os ecossistemas aquático e terrestre adjacente (Souza Júnior et al. 2005).

3.3.2. Canais de drenagem

Outro empreendimento linear causador de impactos são os canais de drenagem, que feitos de forma incorreta implicam na sobrecarga das encostas, causando erosão, alteração das taxas de recarga de aquíferos, alteração da morfologia do canal, aumento das descargas de pico e inundações (Forman & Alexander 1998), assim, podendo impactar também a fauna local.

Outro impacto relacionado às redes de drenagens são os bueiros ou manilhas que apesar de manter a função hidrológica de drenagem das rodovias, muitas vezes não permitem a passagem de alguns animais, como peixes (Belford & Gould 1989 *apud* Lauxen 2012). A formação de barreiras verticais, falta de luminosidade, velocidade e profundidade da água são aspectos que podem impedir formas juvenis de ultrapassar os obstáculos. Esta impossibilidade de migração das espécies de jusante para montante pode até levar às espécies a extinção causando um impacto irreversível.

A retirada da cobertura vegetal para construção de empreendimentos faz com que em áreas pavimentadas ocorra a impermeabilização do solo, que implica na deficiência da infiltração da água de maneira natural. Não infiltrando, a água escoar com maior velocidade e volume, saturando rapidamente cursos de água, galerias pluviais e locais de baixada. O desmatamento, muitas vezes também chega até as margens dos cursos d'água, podendo comprometer o equilíbrio hidrológico das pequenas bacias de drenagem dos rios de cabeceira e, a médio/longo prazos, os rios de unidades hidrológicas maiores (Plano de Manejo Reserva Biológica Guaribas 2003).

As possíveis interferências nos sistemas de drenagem de água ocorrem nas áreas em que haverá a supressão de vegetação, áreas de base de torres, canteiros e acessos, causadas especialmente por atividades que demandam movimentação de terra e podem modificar o sistema de infiltração e drenagem original, criando novos fluxos, velocidades e dinâmica de escoamento das águas superficiais. Poderá ocorrer ainda alteração nos corpos hídricos, causada pelo transporte de sedimentos provenientes de áreas alteradas e deposição destes nos corpos d'água (Campos 2010).

Mais uma consequência do escoamento superficial perto dos empreendimentos é a poluição, o deslocamento de lixo e detritos, o destino de todo este material são os córregos, nascentes, rios, entre outros.

3.3.3. Linhas de Transmissão

Pouco se é falado sobre os impactos que uma linha de transmissão (LT) podem causar. Linhas de transmissão fazem parte dos empreendimentos potencialmente poluidores e capazes de causar degradação ambiental, motivo pelo qual sua localização, construção e operação dependem de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, dependendo da tensão da LT (Campos 2010).

Na construção de uma linha de transmissão, a implantação da faixa de servidão constituiu uma das etapas mais delicadas, pois nesta são executadas atividades de grande abrangência ambiental e socioeconômica que resultam na ocorrência de impactos antrópicos significativos no meio biótico. A implantação da faixa de servidão implica na supressão da vegetação de porte elevado ao longo de todo o traçado, para construir as estruturas e permitir o lançamento dos cabos elétricos (Sousa & Gonçalves 2004). A construção de acessos para transporte de materiais e equipamentos até os locais de obra e montagem de torres também demandam significativa remoção de vegetação.

A fragmentação da floresta causada pela remoção da vegetação para estabelecimento da faixa de passagem forma bordas laterais abruptas que induzem uma decadência progressiva nos ecossistemas florestais. Esse fenômeno, conhecido por efeito de borda, afeta a dinâmica das inter-relações e interdependências entre as espécies de plantas, insetos, pássaros e mamíferos, podendo interferir de forma significativa na conservação de algumas espécies vegetais e animais (Campos 2010). Campos (2010) observou que além dos efeitos de borda, existem os chamados efeitos escondidos, que são alterações no clima em até 500m da borda capazes de afetar o comportamento animal.

Mesmo sendo pouco conhecido no Brasil, é também relevante o número de acidentes da fauna alada de grande porte, em especial as aves migratórias, nas regiões de travessias de rios e áreas inundáveis, que acabam morrendo eletrocutada ao ter contato com as torres de transmissão e ao se chocarem com os cabos e para-raios, podendo ocasionar incêndio florestal por conta do dano (Ferrer 2012). Os incêndios florestais representam uma das principais ameaças à vegetação e podem ocorrer tanto na etapa de construção quanto na de operação da linha de transmissão (Campos 2010).

Há também a desorientação de certas espécies mais sensíveis que, devido aos campos eletromagnéticos emitidos pelas torres, têm suas rotas de migração comprometidas, já que tais

emissões interferem no campo magnético usado pelas aves para seguir essas rotas (Ferrer 2012). Já na fauna terrestre, a eletrocussão acontece através de arames nas proximidades dos campos elétricos da LT (Rangel & Bueno 2016).

Além de fragmentação de áreas de vegetação nativa, o acesso às áreas antes inacessíveis no interior da mata é outro fator negativo decorrente da abertura dessas faixas, tal qual observado no impacto das rodovias (Tobouti & Santos 2015).

Mas a maior parte dos impactos relacionados à fauna é consequência das intervenções realizadas na vegetação, tanto para o estabelecimento da faixa de servidão, quanto para a construção de novos acessos. É previsto que a remoção da vegetação e a fragmentação do habitat causem, além da redução do número de animais, mudanças na estrutura das comunidades faunísticas, por causa do aumento do isolamento dos indivíduos, da redução do habitat e do efeito de borda. (Campos 2010). O desmatamento de uma determinada área provoca alterações na dinâmica de todo um ecossistema.

Algumas espécies vegetais essenciais para a alimentação dos animais podem ser extintas com simples alterações no ambiente e também são constatadas mudanças comportamentais na fauna e aumento dos índices de mortalidade. É válido destacar que a extinção de espécies é um impacto irreversível e a degradação da vegetação pode provocar o desaparecimento de várias espécies de fauna (Viana & Rocha 2009).

O aumento de incidência de luz e vento, flutuações de temperatura e a diminuição de umidade, além de outros efeitos nas margens, terão reflexo imediato no comportamento animal, que poderá ser percebido a até 500 m da borda da mata. São os chamados efeitos escondidos, que tornam os impactos do efeito de borda muito maiores do que o simples tamanho da clareira (Campos 2010).

Em geral, as espécies da fauna silvestre são afetadas de forma desigual, já que algumas espécies diminuem de quantidade, outras desaparecem e ainda outras se tornam superabundantes. As espécies mais sensíveis a alterações do ambiente natural são as raras e as endêmicas, isto é, que só ocorrem em determinada região. As espécies especialistas em habitat de floresta intacta, com exigências de nichos distribuídos verticalmente na floresta, também são muito vulneráveis e evitam as clareiras por apresentarem micro-habitat drasticamente diferente daquele da floresta densa. Entre as aves e mamíferos, os mais afetados são aqueles que se situam nos níveis mais altos da cadeia trófica, como os predadores. Eles precisam de áreas domiciliares grandes, o que os torna vulneráveis às fragmentações do

habitat. As clareiras também têm um efeito inibidor no movimento de mamíferos, tanto pela percepção de estímulos visuais quanto acústicos, além de torná-los mais suscetíveis à caça. A construção de acessos é um dos principais fatores de degradação ambiental na Amazônia e que as alterações causadas nos meios físico e biótico podem diminuir e até mesmo eliminar populações de mamíferos de espécies mais sensíveis a perturbações (Campos 2010).

A fragmentação florestal forma uma barreira natural, interrompendo a comunicação e o fluxo gênico entre diferentes populações. Essa situação resulta em aumento do número de cruzamentos entre parentes e no conseqüente empobrecimento genético no médio e longo prazos. As linhas de transmissão geralmente possuem considerável extensão e atravessam diferentes tipos de habitat natural, que inclui florestas densas de terra firme e de várzea, igapós, manchas de cerrado e áreas em diferentes estágios de sucessão ecológica. A alteração desses habitats, principalmente em decorrência da remoção da vegetação, terá efeito prolongado sobre a fauna (Campos 2010).

Os principais impactos no solo causados pela implantação da linha de transmissão estão associados ao surgimento e/ou agravamento de processos erosivos causados pela remoção da vegetação, pela construção de canteiros de obras e de novos acessos e pelas obras de adaptação dos acessos já existentes. (Campos 2010).

3.3.4. Dutos de Petróleo e gás

Acidentes relacionados a vazamentos de óleo e disposição inadequada de resíduos também representam riscos para o solo e já ocorreram durante obras.

Os dutos de petróleo e gás têm seus impactos associados à construção e à operação da infraestrutura que suporta a operação do projeto, e posto que não sejam inteiramente evitados, podem reduzir-se a níveis aceitáveis (Rangel & Bueno 2016). Já os riscos ao meio ambiente não estão associados ao funcionamento dos dutos, mas sim à sua ruptura (Willians 2012).

Os dutos estão sujeitos a erosão, deslizamento de terra, corrosão, queda de rochas, atos de vandalismo e ações de terceiros, causando conseqüentemente vazamentos e acidentes em decorrência da alta pressão exercida pelos bombeamentos dos derivados de petróleo (Maltez 2013).

Normalmente, os vazamentos de combustíveis em zonas litorâneas podem ocasionar inúmeros impactos sobre a fauna, como: a morte de organismos devido ao recobrimento ou

asfixia pelo contato direto e envenenamentos pela exposição dos mesmos aos componentes tóxicos do óleo solúveis na água, mesmo para aquelas formas vivas que estejam a alguma distância do local de ocorrência do evento; comprometimento de organismos que são fonte de alimento para espécies de níveis tróficos superiores; morte dos estágios jovens de certas espécies, geralmente mais sensíveis que os adultos; produção de efeitos de baixa intensidade que podem comprometer qualquer um dos numerosos processos biológicos necessários à propagação das espécies (como a reprodução) e/ou afetar a sobrevivência daquelas espécies que ocupam um alto nível na cadeia alimentar (Plano de Manejo Reserva Biológica Comboios 1997).

O derramamento de óleo produz diferentes impactos sobre o ambiente marinho, dependendo das condições ambientais vigentes (vento, correntes, marés) (Plano de Manejo Reserva Biológica Comboios 1997). Além de vazamento no mar, podem ocorrer colisões de máquinas de grande porte nos dutos, erros de escavação e forças naturais e vazamentos no solo causados por corrosões e outros (CETESB 2016).

Segundo Willians (2012), a qualidade do ar é afetada pela emissão de combustíveis fósseis durante a construção dos equipamentos e estações de bombeamento, caso não funcionem por energia elétrica; Ruídos são emitidos na construção; Solos são compactados, revirados, removidos e podem ser acidificados pelas emissões químicas locais; Há alterações na geologia local, causando deslizamentos de terra; A vegetação é afetada pelo distúrbio causado na superfície que acarreta mudanças no fluxo de água, tais impactos também levam à invasão de espécies exóticas e à contaminação do ar; Há fragmentação de habitat, afetando a vida selvagem local, seus hábitos e costumes; No processo de erosão, a qualidade e a quantidade de água podem ser afetadas; Sem mencionar as escavações e os produtos químicos aplicados para manter a qualidade do duto e ficam expostas de formações rochosas, podendo causar a lixiviação dos metais compostos nessas formações (Willians 2012).

Em ReBios marinhas, os impactos negativos não são tão "lineares" quanto numa rodovia por exemplo, e estão relacionados às questões regionais/globais como: a pesca predatória na área da reserva e sua zona de amortecimento; introdução de espécies exóticas; mudanças climáticas (branqueamento de corais); e lixo marinho (Soares et al. 2010). A ReBio de Atol das Rocas, por exemplo, é de extrema importância para a preservação de espécies com graus de ameaça de extinção como a tartaruga marinha. Abriga a maior concentração de

espécies de aves marinhas do Oceano Atlântico Ocidental, incluindo aves endêmicas (Fischer et al. 2007).

A introdução de espécies exóticas está associada à construção de empreendimentos lineares, sendo estas inseridas de maneira antrópica em lugares de acesso. Atualmente, espécies exóticas invasoras são consideradas a segunda maior ameaça biodiversidade, perdendo apenas para ambientes que são convertidos para uso humano (Drummond *et al.*, 2005).

3.4. MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS NEGATIVOS DAS OBRAS LINEARES À FAUNA

3.4.1. Licenciamento Ambiental

O Licenciamento Ambiental é utilizado para prevenção e mitigação de impactos ambientais.

No Brasil, a obrigatoriedade do licenciamento ambiental para empreendimentos potencialmente poluidores foi implantada a partir do ano de 1981 com a publicação da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938 de agosto de 1981) (Brasil 1981) e pode ser considerado uma das ferramentas mais importantes para a proposição de mitigação de impactos ambientais, além da utilização de metas propostas em acordos internacionais, como por exemplo, as Metas de Aichi, onde foram materializados em 20 proposições, todas voltadas à redução da perda da biodiversidade em âmbito mundial. As metas estão organizadas em cinco grandes objetivos estratégicos: tratar das causas fundamentais de perda de biodiversidade, fazendo com que as preocupações com a biodiversidade permeiem governo e sociedade; reduzir as pressões diretas sobre a biodiversidade e promover o uso sustentável; melhorar a situação da biodiversidade, protegendo ecossistemas, espécies e diversidade genética; aumentar os benefícios de biodiversidade e serviços ecossistêmicos para todos; e aumentar a implantação, por meio de planejamento participativo, da gestão de conhecimento e capacitação. O Brasil teve um papel decisivo na definição e aprovação das Metas de Aichi e, agora, pretende exercer, com responsabilidade e eficiência, um papel de liderança na sua implantação (MMA 2017)

Segundo Lauxen (2012) a avaliação da viabilidade de cada obra ou atividade é baseada na previsão de impactos e análises de sua importância socioeconômicas. Após este estudo de viabilidade o órgão ambiental competente estabelece como serão minimizados e/ou neutralizados os impactos negativos e/ou compensados os danos inevitáveis.

É importante que as atividades de mitigação propostas no licenciamento sejam planejadas a partir de um bom diagnóstico ambiental e que as medidas sejam monitoradas ao longo do tempo para verificar sua efetividade e a necessidade de alteração das metodologias aplicadas (Lauxen 2012) (Figura 8).

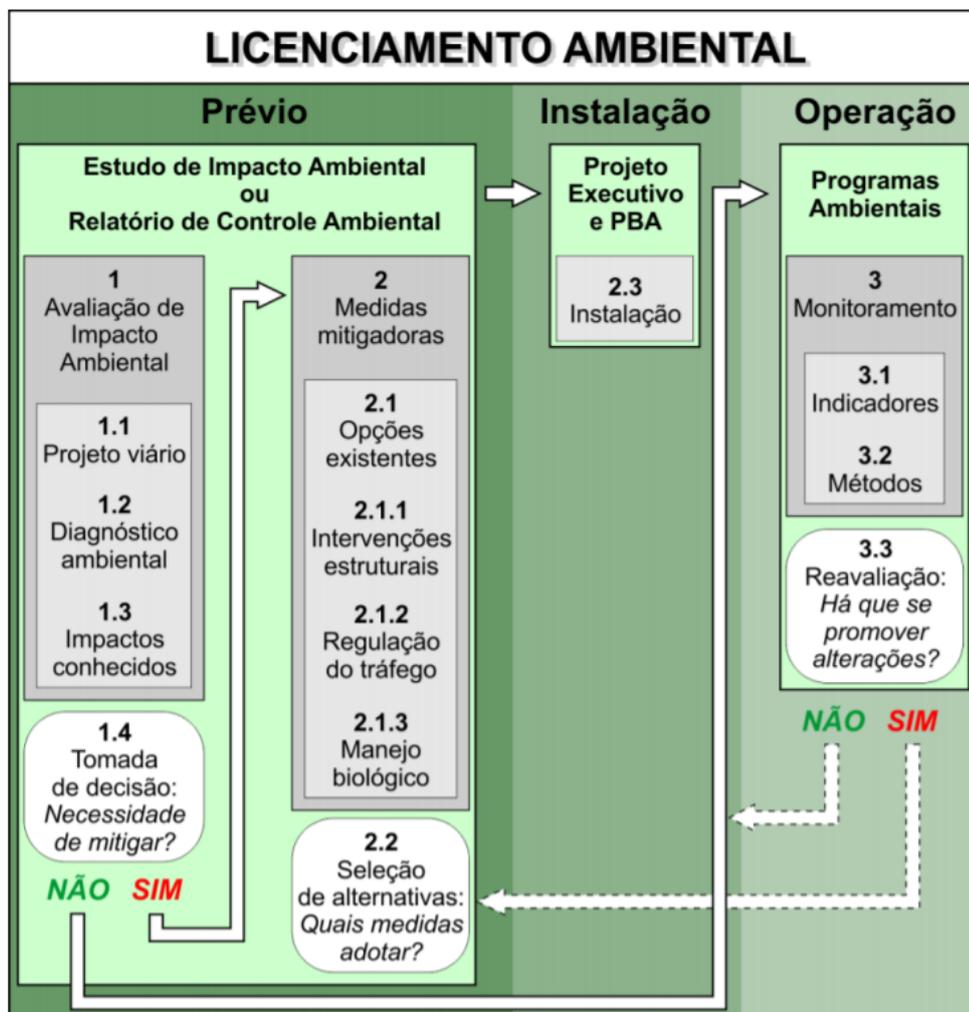


Figura 8. Fluxograma com base nas etapas de licenciamento ambiental proposto pelo guia de procedimentos para mitigação dos impactos das rodovias sobre a fauna. Fonte: Lauxen (2012).

3.4.2. Rodovias/Ferrovias

Para mitigar os impactos das vias terrestres sobre o atropelamento da fauna pode-se adotar várias medidas de proteção como, por exemplo, a construção de passagens inferiores de fauna e estruturas de direcionamento, como rampas de acesso e telas de condução; construção de passagens superiores de fauna; estimular a consciência da população para os impactos causados; implantação de fiscalização eletrônica para redução de velocidade; realização de afugentamento da fauna em áreas de supressão da vegetação, associado ao resgate e salvamento da fauna; inserção de sinalização indicativa e educativa; implantação de sinalização de advertência padrão, entre outros (Silva Júnior *et al.* 2014). Também é possível utilizar assistentes de trânsito, a redução do volume de tráfego na via, sistemas de detecção animal, postes de luz, limpeza da vegetação na faixa de domínio da via, colares reflexivos nos animais, avisos sonoros, repelente olfativo, remoção de carcaça de áreas onde há passagem de veículos, entre outras medidas (Rangel & Bueno 2016).

As passagens inferiores de fauna podem ser construídas especificamente para desempenharem esta função ou serem criadas a partir de adaptações nas obras de drenagem já existentes nas rodovias (Figuras 9 e 10).



Figura 9. Passagem subterrânea construída para trânsito da fauna, com cercas de condução que conduzem o animal até a passagem. Fonte: <http://www.folhaverdenews.com/2015/02/falta-de-passagem-para-animais-em.html>.



Figura 10. Drenagens de rodovias que podem se tornar funcionais também para a passagem subterrânea da fauna silvestre como as Capivaras da imagem captada por Ely Venâncio. Fonte: <https://www.anda.jor.br/capivara-13/>.

Rampas secas podem ser instaladas na lateral de bueiros celulares maiores ou sob o vão de pontes para permitir a passagem de animais sobre a água. Cabe ressaltar que deve ser verificado se as adaptações realizadas nas estruturas hidráulicas não comprometem o escoamento adequado da vazão de dimensionamento do projeto (Silva Júnior *et al.* 2014). Nas pontes, quando a rodovia interceptar curso d'água, deverá ser feita avaliação da passagem seca (vão livre) às margens, que permanece disponível para a fauna deslocar-se, a qual deverá ser calculada associada a um tempo de recorrência para determinação da vazão de referência, associando a curva de permanência (Silva Júnior *et al.* 2014).

As denominadas passagens aéreas ou passagens/pontes de dossel são estruturas sobre as rodovias, destinadas à travessia de primatas e outras espécies arborícolas. Cada uma destas passagens é semelhante a uma escada de cordas, posicionada horizontalmente e de forma a transpor integralmente a rodovia, sendo ancorada em árvores em bom estado fitossanitário, posicionadas na faixa de domínio, em ambos os lados da rodovia (Taylor & Goldingay 2010) (Figura 7).



Figura 11. Macaco bugio (*Alouatta clamitans*) atravessando a passarela aérea antiatropelamento para fauna silvestre, instalada na av. Luis Carlos Gentile de Laet em São Paulo-SP. (Fonte: Ferreira, 2016. Disponível em: <http://www.wikiparques.org/em-sao-paulo-o-sucesso-de-um-corredor-de-fauna/>).

Em Porto Alegre-RS, Teixeira *et al.* (2013) obtiveram registros de uso deste tipo de passagem para o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), gamba-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) e ouriço-cacheiro (*Sphiggurus villosus*).

A localização destas passagens superiores para a fauna arborícola deve levar em consideração, além da análise da paisagem, locais de tentativa de travessia de primatas, obtidos por meio de registros de atropelamento da rodovia em questão (Silva Júnior *et al.* 2014). Teixeira *et al.* (2013) encontraram uma eficiência maior nas passarelas aéreas com vegetação de entorno composta por floresta.

Além da preocupação com a fauna, as rodovias devem propor ações de supervisão e fiscalização dos serviços de manutenção ambiental da rodovia, assim como elaborar um Plano de Prevenção e Contenção de Acidentes com Cargas Tóxicas/Perigosas; executar medidas de controle de erosão e contenção dos taludes; projeto de drenagem do corpo dos bota-foras; recuperação das áreas alteradas (Bandeira & Floriano 2004).

Já para diminuir as emissões poluentes dos veículos automotores podem ser realizadas inspeções veiculares, para verificar o funcionamento dos motores e peças dos automóveis e o estabelecimento de limites máximos de emissão dos gases de veículos automotores, através do Programa de Controle de poluição de ar por veículos automotores (PROCONVE), que é coordenado pelo IBAMA. Esse programa define os primeiros limites de emissão para veículos leves, e contribui para o atendimento aos padrões de qualidade do ar, o PROCONVE também impõe a certificação de protótipos e o acompanhamento estatístico em veículos na fase de produção (ensaios de produção), a autorização do IBAMA para uso de combustíveis alternativos, o recolhimento ou reparo de veículos e motores encontrados em desconformidade com a produção ou projeto, e a proibição da comercialização de modelos de veículos não homologados (PROCONVE 2017).

Pra a mitigação dos impactos das ferrovias pode ser realizados modelos de predição de atropelamento de fauna e de compensação ecológica (Pissot 2007), visando contrabalançar os impactos ambientais previstos ou já ocorridos no empreendimento.

3.4.3. Linhas de transmissão

Nas linhas de transmissão a forma mais eficaz de reduzir as interferências na vegetação é a construção de torres de sustentação com altura suficiente para elevar os cabos de transmissão acima da copa das árvores. A utilização dessa técnica, conhecida como alteamento de torres, é recomendada em áreas com elevado grau de preservação e restringe as interferências na vegetação à fase de instalação do empreendimento, pois elimina a necessidade de faixa de passagem e de acessos para manutenção, que passa a ser feita via aérea, com o uso de helicópteros e equipamentos de segurança específicos (Campos 2010).

Para os acessos, pode-se priorizar os já existentes e, onde os fragmentos florestais forem mais preservados, utilizar a própria faixa de servidão como única via de deslocamento de materiais, equipamentos e trabalhadores. Pode ser realizada também ações de comunicação social, a sinalização dos acessos permanentes criados exclusivamente para implantação e manutenção das torres e a recomposição dos acessos temporários, utilizados somente na fase de construção. O empreendedor deverá monitorar o uso e da ocupação do território ao longo da linha de transmissão, do seu entorno e acessos, a partir da desmobilização dos canteiros de

obra, com o objetivo de mensurar o grau de indução de ocupação produzido pela instalação do empreendimento (Campos 2010).

É fundamental combater todos os fatores de risco que possam desencadear queimadas na região, sejam elas acidentais ou propositais, por meio do monitoramento de focos de calor ao longo da LT e da conscientização da população sobre os riscos dessa prática (Campos 2010). As queimadas podem estar associadas à extinção de espécies nativas, esgotamento do solo e proliferação de espécies exóticas (Viana & Rocha 2009). No combate à incêndios florestais é fundamental se ter ações voltadas para: educação ambiental; redução dos riscos de propagação do fogo; vigilância ou patrulhamento, treinamento de pessoal, aquisição de equipamentos de combate ao fogo; montagem de um banco de dados; e estabelecimento de parcerias entre instituições do Poder Público, a Sociedade Civil Organizada, as Organizações Não Governamentais, as Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público e as Empresas Privadas (Ribeiro 2004).

Outra medida mitigadora de grande importância é o reflorestamento das áreas afetadas pelo projeto das obras lineares. A reposição florestal é a compensação do volume de matéria-prima extraído de vegetação natural pelo volume de matéria-prima resultante de plantio florestal para geração de estoque ou recuperação de cobertura florestal (IBAMA 2017). Segundo Bechara *et al* (2007) a recuperação de áreas degradadas pelos métodos convencionais de plantios (linhas de árvores em área total) têm gerado florestas de baixa diversidade. O autor sugere o uso de um conjunto de técnicas de nucleação (poleiros artificiais, transposição de solo e mudas, cobertura via, plantio em ilhas) no lugar de técnicas convencionais, pois a nucleação ajuda a manter os estágios serais restituindo a biodiversidade, não só no aspecto estrutural, mas considerando-se também diferentes nichos, formas e funções. O mosaico ambiental formado pelas técnicas de nucleação possibilitam a alta dinâmica da comunidade, acelerando a sucessão ambiental permitindo a expressão dos mecanismos de restabelecimento usados pela própria natureza.

Como fonte genética à esta recuperação, se tem exigido o resgate de Germoplasma, que tem por objetivo perpetuar a variabilidade genética das espécies vegetais regionais, principalmente daquelas ameaçadas de extinção ou endêmicas na região de implantação do empreendimento. O objetivo é selecionar espécies-alvo e disponibilizar germoplasma dos genótipos resgatados para a conservação *ex situ* em longo prazo.

No resgate de germoplasma é realizada coleta de sementes, plântulas, indivíduos jovens e epífitas, para posterior plantio, principalmente das espécies vegetais mais importantes e mais resistentes (Campos 2010). As plantas resgatadas podem ser replantadas, quando possível, em áreas do entorno que não serão afetadas diretamente pelo empreendimento, ou levadas para viveiros para que possam ser plantadas em outras áreas de recuperação. Pieroni (2013) relatam a eficiência da transposição de serrapilheira em áreas de empréstimo para a formação de núcleos de regeneração. Esta serrapilheira pode ser removida das áreas de supressão do empreendimento e alocadas nas áreas em restauração.

Para evitar a morte de animais durante as atividades de supressão da vegetação, de estabelecimento da faixa de servidão, de montagem das torres e de construção de acessos, o pode ser realizado o resgate da fauna, com acompanhamento constante de equipes de contenção e salvamento nas áreas sujeitas a supressão da vegetação (Campos 2010). São diretrizes do resgate de fauna: Resgatar e soltar animais em situações de risco por incapacidade de fuga; Resgatar e reabilitar animais com ferimentos para posterior soltura; Resgatar, levar para outras árvores e monitorar nos novos locais os ninhos com filhotes que sejam eventualmente encontrados durante o desmatamento; e Coletar, fixar e destinar para coleções científicas de referência os animais que forem encontrados mortos, visando melhorar as informações disponíveis sobre a biodiversidade brasileira. (Campos 2010).

3.4.4. Dutos de Petróleo e Gás

Quanto aos dutos de petróleo e gás, eles devem ser dotados de medidas de proteção e monitoramento. Deve-se distinguir os acidentes dentro das instalações, onde existem equipamentos apropriados e pessoal treinado que permitem um rápido e eficaz controle da situação, daqueles eventos ocorridos nos oleodutos, ao longo de seus percursos, ou durante manobras de transferência de combustíveis nos terminais (Schaeffer-Novelli 1990). É indispensável um plano de contingência específico para vazamentos que possam vir a ocorrer que possam representar riscos aos recursos naturais da Reserva e sua Zona de amortecimento (Plano de Manejo Reserva Biológica Comboios 1997).

Para mitigar ou evitar os impactos dos dutos é necessário reforçar as fundações que suportam os dutos, realizar obras de contenção de taludes instáveis, sistemas de drenagem e seu monitoramento e o controle de obras de qualquer natureza no solo ou subsolo próxima a

faixa do duto, entre outras. Nos oleodutos, barreiras de contenção, recolhimento de possíveis óleos na superfície de lagos ou rios, recolhimento da areia contaminada, do lixo oleoso e do não oleoso das praias, hidrojateamento das pedras, costões e muros para remoção da película de óleo e sistema de drenagem. Nos gasodutos, o abatimento da nuvem do gás natural (MMA 2001, Benetis & Molon 2001, Monteiro 2003, Camarinho 2008, Willians 2012, Maltez 2013).

3.4.5. Educação ambiental

Por fim, a sensibilização e educação ambiental são ferramentas de maior relevância para a conservação ambiental, uma vez que muitos impactos são provocados pelo desconhecimento das necessidades de conservação e das práticas adequadas de uso destes ambientes. É necessária a conscientização dos indivíduos de caráter educativo e político, afim da transformação de um novo sistema de equilíbrio do ser humano na terra. A Educação Ambiental deve ser aplicada pelas instituições de ensino para que as responsabilidades das consequências, prevenções das ocorrências sejam de todos os envolvidos, como os profissionais, os governantes e a sociedade (Rocha 2005).

Ações de educação ambiental e conscientização dos usuários das rodovias vêm sendo realizadas em algumas estradas brasileiras como a BR 040. Em 2016 a concessionária da Via 040 iniciou atividades com foco à proteção dos animais silvestres que habitam a rodovia e seu entorno. Algumas ações foram instalação de 40 placas de alerta em 20 pontos da rodovia (Figura 8), distribuição de materiais informativos nas praças de pedágio. Os usuários podem contribuir com o avistamento de fauna pelo 0800-040-0040.



Figura 12. Placa indicando área de travessia de animais silvestres colocadas na BR-040, na altura do km 558 em Nova Lima-MG. Fonte: <http://via040.com.br/noticias/9/Melhorias/42/Via-040-instala-placas-de-travessia-de-animais-silvestres-na-BR040.html> (2017).

3.4.5.1. Aplicativos para a ciência cidadã

Com o avanço das tecnologias digitais, cada vez mais os cidadãos podem participar da gestão dos ambientes por meio de levantamentos de biodiversidade e principais impactos a ela associados. Aplicativos para celulares como Urubu mobile, SISS-Geo, wikiaves, dentre outros, podem auxiliar no desenvolvimento de um banco de dados que subsidiem ações ambientais de proteção da biodiversidade.

A integração da sociedade com os gestores de UCs e grupos de pesquisa tem sido o principal elo para o sucesso destes aplicativos, gerando informações para embasar a criação de políticas públicas para mitigação de impactos e proteção da biodiversidade, a exemplo do Sistema de Informação da Saúde Silvestre, criado pela Fundação Oswaldo Cruz (FioCruz-RJ) (Figura 13).

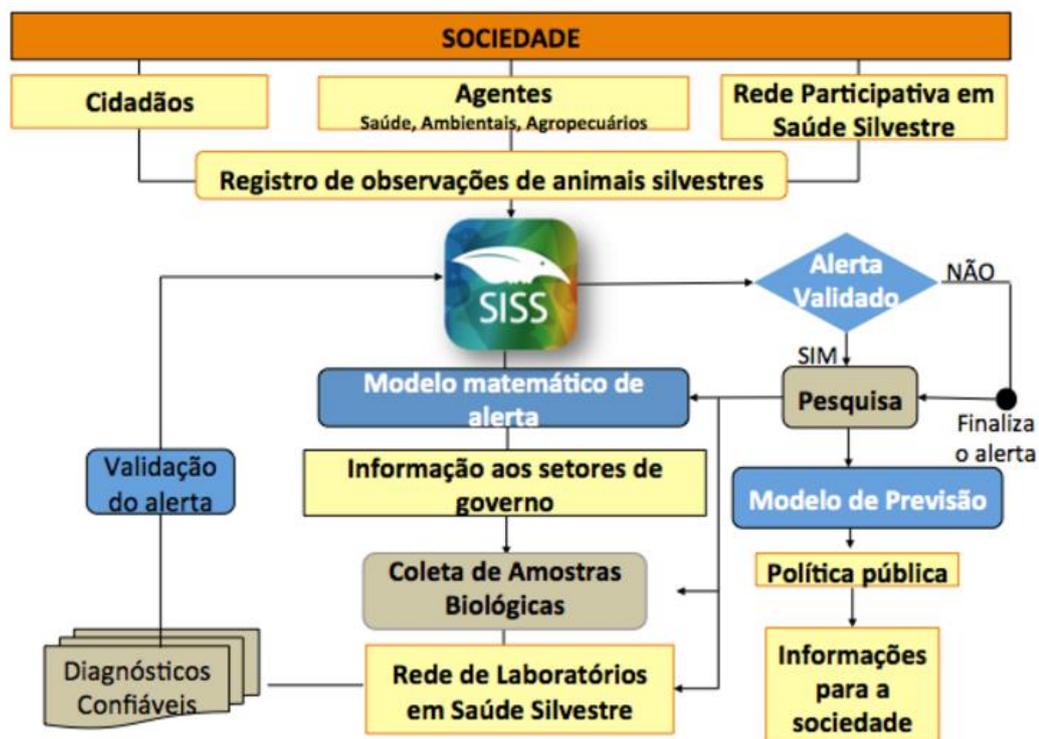


Figura 13. Fluxograma indicando as diversas esferas participativas no aplicativo que alimenta os dados do Sistema de Informação da Saúde Silvestre (SISS), desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz, RJ. Fonte: <http://www.biodiversidade.ciiss.fiocruz.br/estrutura>.

O Sistema de Informação da Saúde Silvestre (SISS) criado pela Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, RJ, tem como principais objetivos: a) Gerar, a partir dos registros georreferenciados informados pelos usuários, modelos de alerta de ocorrências de agravos na fauna silvestre, especialmente os com potencial de acometimento humano, e modelos de previsão de oportunidades ecológicas para emergência de doenças; b) Proporcionar de maneira rápida e eficiente, o fluxo de informações entre o CISS; a Rede Participativa em Saúde Silvestre e a Rede de Laboratórios em Saúde Silvestre; a sociedade, por meio da ciência cidadã, e os setores de governo e tomadores de decisão.; c) Disponibilizar informações sobre os resultados das modelagens para a comunidade, tomadores de decisão e a sociedade.; d) Integrar-se às plataformas governamentais georreferenciadas, especialmente o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira- SIBBr e a Plataforma INDE, com padrão de Metadados.

Este aplicativo pode ser acessado por gps em áreas remotas da UC e enviados quando o usuário retomar o acesso à internet. Segundo a pesquisadora Márcia Chame da FioCruz "A

acessibilidade dos dados pode ser utilizada e disponibilizada para os gestores de Parques, pois a partir das informações em sua área, é possível identificar as áreas de ocorrência de espécies e manejar trilhas, programas de visita guiada, áreas de reprodução, possíveis problemas com animais, utilização dos UCs por animais domésticos e utilizar toda a plataforma de informações disponível. Para gestores da saúde, pode auxiliar no monitoramento de surtos como os de febre amarela e raiva em animais silvestres e com isso, a aplicação precoce de medidas de prevenção, como a intensificação de vacinação humana. Pode ainda, ser ferramenta de monitoramento de áreas de desastres ambientais, compensação ambiental por empresas, criação de UCs e circulação de patógenos nas áreas de fronteira entre ambientes naturais e de produção animal” CISS (2017).

Mais especificamente voltado para o impacto das estradas e ferrovias está o aplicativo **Urubu mobile** é um aplicativo que faz parte de um conjunto de ferramentas do Sistema Urubu desenvolvido pela CBEE, na Universidade Federal de Lavras. O aplicativo serve para registrar animais silvestres atropelados nas principais rodovias brasileiras. O aplicativo conta com mais de 20 mil colaboradores que fotografam os registros de atropelamento que são aprovadas e disponibilizadas no sítio eletrônico <http://sig.bafs.cbee.ufla.br/>. Estas ferramentas são importantes para auxiliar no levantamento de dados e principais pontos de atropelamento da fauna nas rodovias. Estas ações podem ajudar a implantar as passarelas e passagens de fauna em pontos adequados da rodovia, aumentando a efetividade das ações de proteção da biodiversidade e a segurança dos usuários das rodovias e ferrovias.

Estas ferramentas ajudam a sociedade a trabalhar de forma participativa na gestão do ambiente e na base para a formulação de políticas públicas relacionadas ao manejo da fauna silvestre, seja em UCs ou em áreas antrópicas. Assim todos nós podemos fazer a nossa parte.

4. CUMPRIMENTO DAS AÇÕES PROPOSTAS NOS ESTUDOS E RELATÓRIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Os Estudos e Relatórios de Impactos Ambientais (EIA-RIMA) são condicionantes para liberação das licenças ambientais das obras. Em muitos casos, as ações mitigadoras propostas não são cumpridas. Isso pode trazer uma série de impactos efetivos à fauna, principalmente nas ReBio's.

No caso da Rodovia BR-101 que corta a Reserva Biológica União localizada no Estado do Rio de Janeiro, o EIA-RIMA propôs várias medidas de mitigação, como por exemplo, a preservação da vegetação nativa existente deverá ser o máximo possível; A instalação de dispositivos de retenção de sedimentos; Recompôr com vegetação os terrenos, de forma que os solos recuperem gradativamente suas propriedades físicas, químicas e biológicas; Implantação de um sistema de drenagem superficial com estruturas de dissipação de energia, bacias de retenção de águas pluviais em locais estratégicos, de forma a evitar inundações de áreas de baixada e, também, deverá ocorrer manutenção e limpeza das estruturas hidráulicas e de drenagem; Ações junto à sociedade através do Programa de Comunicação Social, prestando informações sobre o empreendimento, especialmente quanto às providências que serão adotadas para indenização das propriedades; Incentivar a implantação de serviços urbanos em áreas menos consolidadas para que a ruptura causada por uma via expressa afete, em menor grau possível, a acessibilidade da população local, realização de projetos de plantio compensatório; A vegetação ameaçada de extinção está relacionada ao Programa de Proteção a Flora, no seu Subprograma de Resgate e Transplante de Germoplasma e Programa de Compensação Ambiental, onde estão previstas medidas de resgate das sementes destas espécies consideradas vulneráveis, bem como a execução de plantios compensatórios em consonância com os dispositivos legais existentes; A ampliação do grau de fragmentação florestal deverá ser minimizada através do Programa de Proteção a Flora, no Subprograma de Compensação da Flora, o qual prevê o plantio de espécies florestais nativas em áreas ambientalmente relevantes como em matas ciliares ou entre fragmentos, visando enriquecer a diversidade de espécies, estabelecendo uma conexão entre os remanescentes de vegetação nativa; Adoção do Subprograma de Prevenção a Incêndios, previsto dentro do contexto do Programa de Proteção a Flora e deverá ser executado como forma de medida mitigadora, onde existirá a fiscalização nas atividades críticas das obras, bem como será fiscalizado pontos de foco de incêndio, principalmente quando o período de estiagem for dominante; Planejamento de travessias de fauna em consonância com o Programa de Educação Ambiental, onde serão promovidos treinamentos voltados para os colaboradores, abrangendo o tema de proteção à fauna, conscientizando a importância da preservação da biodiversidade; Além do Subprograma de Controle e Monitoramento de Processos Erosivos; Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Subprograma de Controle e Monitoramento de Efluentes Líquidos; Subprograma de Controle e Monitoramento

de Emissões Atmosféricas; Subprograma de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibrações; Subprograma de Capacitação de Mão-de-Obra; Subprograma de Segurança e Sinalização; Subprograma de Minimização de Supressão de Vegetação; Entre outras medidas (EIA-RIMA BR-101 2013).

Porém, após alguns anos ainda não foram realizadas algumas medidas mitigadoras, como por exemplo, a implantação de passagem de fauna ao longo da rodovia – BR 101, que é também uma condicionante do licenciamento ambiental da obra. Até o momento nenhuma passagem foi construída, fazendo com que ocorra assim o atropelamento de algumas espécies de fauna. Na região há três Unidades de Conservação federais, fundamentais para a conservação de espécies da Mata Atlântica: APA Mico-Leão-Dourado, Reserva Biológica Poço das Antas e Reserva Biológica União (AMDL 2016).

A BR-101 também corta em outro trecho a Reserva Biológica do Sooretama, no Espírito Santo, porém para esse local ainda não foi desenvolvido um EIA-RIMA. A construção, asfaltamento e inauguração em 1970 da BR 101 Norte, cortando a Reserva Biológica de Sooretama num trecho de 5 km no sentido sudeste/nordeste é considerado atualmente a principal ameaça à integridade biológica da reserva, por se tratar de uma obra executada sem os devidos instrumentos para proteção da biodiversidade. Apesar dos grandes benefícios da obra para o desenvolvimento da região, seus efeitos negativos tem sido observados pelas constantes mortes por atropelamentos de animais silvestres, que se aventuram a atravessar a pista, além do isolamento de alguns grupos de animais (ICMBio 2017).

Já outras medidas mitigadoras propostas pelo EIA-RIMA, foram atendidas como, por exemplo, o combate à incêndios e queimadas. Segundo Júnior (2006) a ReBio União é uma das reservas do Brasil que mais sofrem com os incêndios florestais. A criação na ReBio União de brigada de incêndio e a implantação de uma torre de observação de 30 m, são ações importantes para que os focos de incêndio possam ser detectados de forma mais rápida, evitando grandes perdas de habitat e biodiversidade. A torre de observação foi implantada pela empresa de fornecimento de energia elétrica e é uma medida fundamental para a redução dos impactos das queimadas na ReBio. Na rodovia BR-101, há também placas sinalizadoras de cunho educativo para evitar os incêndios intencionais (Figura 14).



Figura 14. Placas educativas contra as queimadas intencionais provocadas por transeuntes e motoristas que transitam pela Rodovia Mário Covas (BR -101), próximo à Reserva Biológica União. Fonte: *Google Street View*.

Além das Reservas Biológicas citadas acima, a BR-101 faz parte da área de influência da Reserva Biológica Guaribas, na Paraíba e da Reserva Biológica de Una, na Bahia.

Já para a rodovia BR-163 que se encontra próxima da Reserva Biológica do Rio Trombetas e da Reserva Biológica Nascentes Serra do Cachimbo, o EIA-RIMA propôs as seguintes medidas de mitigação: Recompôr as formas originais de relevo nas áreas que serão modificadas, tentando reintegrar a área à paisagem do entorno; Utilizar a vegetação como efeito paisagístico para a atenuar as variações no relevo ocasionadas pelo empreendimento; As jazidas devem ser abertas em áreas menos visíveis, para atenuar as mudanças no efeito paisagístico; Áreas utilizadas e abandonadas devem ser recuperadas; A Polícia Rodoviária Federal e os órgãos ambientais deverão realizar ações de fiscalização da frota de veículos que trafega na rodovia para verificar se a emissão de poluentes está dentro das normas; Realizar a recuperação da vegetação nas áreas desmatadas e limpas; Também será importante manter os talwegues limpos, instalar estruturas dissipadoras de energia e saídas de bueiros e criar drenagens provisórias que redirecionem o fluxo de água quando da construção de estruturas ou obras especiais; Para evitar a contaminação oriunda de oficinas, locais de lavagem e pontos de manutenção, é necessária a construção de sistemas de decantação, como caixas separadoras de óleo; As pessoas envolvidas diretamente no uso ou no manuseio de produtos químicos devem ser orientadas sobre o manejo e o descarte de resíduos; Devem ser previstas áreas para o armazenamento de produtos químicos, bem como estruturas de contenção para possíveis

vazamentos; Instalação de programas de gerenciamento de resíduos sólidos pelos municípios e implantação de programas de educação ambiental; Fiscalização para que haja o cumprimento da legislação sobre o transporte de produtos perigosos, mas também será implantado o Plano de Prevenção e Emergência de Acidentes com Cargas Perigosas; Também devem ser implantados corredores ecológicos entre as manchas de floresta para diminuir os problemas causados pelo isolamento. A intenção é permitir que os animais se desloquem com mais facilidade, garantindo a manutenção da biodiversidade; As áreas de mata nativa ao lado da rodovia devem ser mantidas, e a faixa de domínio deve ser diminuída nesses pontos para que a distância entre uma margem e outra seja menor. Nos locais em que a rodovia passar por cursos d'água (rios, riachos, etc.) deve ser preservada a mata ciliar; As pontes devem ser adaptadas para que os animais também possam passar por elas; Além das medidas indicadas para atenuar o problema do deslocamento, devem ser feitos monitoramentos permanentes, de preferência de dois em dois meses, para a identificação dos pontos críticos de atropelamento; Se for necessário, devem ser instalados nesses pontos mecanismos de controle de velocidade para diminuir o problema; deve-se promover a redução de incêndios propositais ou acidentais relacionados com o uso da rodovia. Também deve ser feita a recuperação de áreas degradadas, a preservação e a recomposição (com espécies nativas) de matas ciliares transpostas pela rodovia e a implantação de áreas verdes; Entre outras (EIA-RIMA BR-163 2002).

Apesar das medidas mitigadoras, ainda é elevado o índice de atropelamentos na BR-163, mas as espécies atropeladas não são espécies com populações em perigo de extinção. A forte alteração antrópica nas proximidades da rodovia parece constituir um efeito isolador entre a rodovia e as espécies que vivem no Parque Nacional do Iguaçu (Júnior et al. 2010).

O não cumprimento de medidas mitigadoras propostas em EIA – RIMA abrange não só as Reservas Biológicas citadas acima, mas sim, muitas das ReBios Federais do Brasil e também outras Unidades de Conservação, além de abranger outros tipos de obras lineares também já citadas no trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Reserva Biológica é uma área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual as únicas interferências diretas permitidas são a realização de medidas de recuperação de ecossistemas alterados e ações de manejo para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional. Contrapondo esta função de preservação deste tipo de UC, em várias ReBios foi relatado o impacto direto ou indireto pela presença de obras lineares e seus impactos à fauna associados.

Os estudos de impactos ambientais (EIA) são ferramentas fundamentais para o planejamento das ações mitigadoras das obras lineares dentro das ReBios. No entanto, o não cumprimento das medidas mitigadoras propostas, pode ser um grande problema e afetar diretamente a preservação da biodiversidade nas ReBio's. É fundamental o cumprimento da legislação ambiental e fortalecimento da presença do poder público nas Reservas Biológicas para fiscalizar e proporcionar condições para que se desenvolvam atividades de pesquisa e de educação ambiental. As medidas de controle e monitoramento podem reduzir ou mitigar boa parte dos impactos negativos.

Para poder gerenciar de forma adequada as UC's são necessários investimentos, principalmente por parte dos órgãos públicos e empresas privadas executoras das obras lineares, para proporcionar melhorias nas condições de infraestrutura, além da capacitação adequada de pessoas para administrar e monitorar essas áreas de preservação.

Com base no levantamento bibliográfico, através dos planos de manejo e Estudos de Impacto ambiental, foi identificado que apesar da quantidade de impactos que os empreendimentos lineares podem causar sobre a fauna, atualmente, pouco foi feito e pouca importância foi dada às ações mitigadoras. É importante destacar que as consequências dos empreendimentos lineares para o meio ambiente vão além dos aspectos analisados no presente estudo e merecem um maior número de pesquisas relacionadas ao tema.

6. REFERÊNCIAS

BAFS. Taxa de atropelamento médio para o Brasil. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>> Acesso em 12 de abril de 2017. Banco de Atropelamento de Fauna Selvagem, CBEE.

Bandeira C, Floriano EP (2004) Avaliação de impacto ambiental de rodovias, Caderno Didático nº 8, 1ª ed. Santa Rosa.

Bechara FC, Campos Filho EM, Barretto KD, Gabriel VA, Antunes AZ, Reis A (2007). Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. Revista Brasileira de Biociências, 5(supl 1), p. 9-11.

BRASIL (1981) Lei 6.938 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.

BRASIL (2000) Lei 9.985 de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências.

Campos OL (2010) Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica. BNDS Setorial 32, Biblioteca Digital,, Rio de Janeiro, n.32, p. 231-266.

Dodde PAM (2012) Impactos de Empreendimentos Lineares em Terras Indígenas na Amazônia Legal: o caso da BR-230/PA e das Terras Indígenas Mãe Maria, Nova Jacundá e Sororó. Rio de Janeiro, março de 2012, p. 197. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético. COPPE- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. p. 197.

Ferreira 2016. Em São Paulo, sucesso de um corredor de fauna. Disponível em: <<http://www.wikiparques.org/em-sao-paulo-o-sucesso-de-um-corredor-de-fauna/>>. Acesso em: Julho de 2017.

Fischer CF, Avelar JCL, Brito M, Grosman A, Carvalho DA, Carneiro CL, Arruda MB (2007). In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica Atol das Rocas. Brasília, 2007.

Hassler ML (2005) A Importância das Unidades de Conservação no Brasil. Dissertação para o Mestrado em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná. Paraná-PR. setembro de 2005, p. 11.

ICMBIO. Dados Geoestatísticos das Unidades de Conservação Federais. Unidades de conservação por Bioma. 2017. Disponível em:

<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/geoprocessamento/DCOL/dados_tabelares/UC_bioma_junho_2017.pdf>. Acesso em: jul, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL / FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Sooretama. Brasília, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Guaporé. Brasília, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Comboios. Fase 1. Julho de 1997.

Júnior EFO (2012) Os Impactos Ambientais Decorrentes da Ação Antrópica na Nascente do Rio Piauí – Riachão do Danras/SE. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, Ano V, setembro 2012., n. 7, ISSN, p. 1285-1983.

Júnior CAS, Migatta CS, Júnio MMC (2014) Aspectos Relacionados à Mitigação dos Impactos Sobre a Fauna em Empreendimentos Rodoviários do DNIT. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Vol. 2: Congestas 2014, ISSN, p. 2318-7603.

Júnio WJC (2006) ReBio União ganha torre de observação de incêndios florestais. Panorama Ambiental. Brasília. Disponível em: <http://www.pick-upau.org.br/panorama/2006/2006.05.05/rebio_uniao_ganha_torre.htm>, acessado em: julho de 2017.

Lauxen MS (2012) A mitigação dos impactos de rodovia sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica Augusto Rushi.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Córrego do Veado. Brasília, dezembro de 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Córrego Grande. Brasília, dezembro de 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas. Fase 2. Brasília, Julho de 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo. Brasília, julho de 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio Trombetas. Brasília, julho de 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Saltinho. Fase 2.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica Atol das Rocas. Brasília, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Jaru. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo. Brasília, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Pedra Talhada. Brasília, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica das Perobas. Brasília, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Poço Das Antas. Fevereiro, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Serra Negra. Brasília, maio de 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Tapirapé. Brasília, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Tinguá. Brasília, junho de 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Fase 1. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Uatumã. Brasília, 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Una. 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da Reserva Biológica União. Rio de Janeiro, maio de 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Gurupi. Brasília, junho de 1999.

Mittermeier RA, Robles-Gil P, Mittermeier CG (eds.) (1997) Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., Mexico.

Nimer E (1979) Um modelo metodológico de classificação de climas. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: IBGE, ano 41, n. 4, p. 59-89. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php>. Acesso em: maio, 2017. Adaptado.

Oliveira RF (2009) Linhas de Transmissão. Monografia de Graduação.. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. p. 52.

Pieron JP (2013) Proposta de recuperação das áreas degradadas pela extração de níquel, na mineração Morro Azul, Pratápolis/MG. 102 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/92731>>.

Rangel TAC, Bueno C (2016) Impacto dos Empreendimentos Lineares na Paisagem. Águila, Revista Interdisciplinar UVA, Rio de Janeiro, Ano VII, n.15, p. 80-98.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Publicado no D. O. U de 17/2/86. Define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Ribeiro GA (2004) estratégias de prevenção contra incêndios florestais. Floresta, n.34, v. 2, p. 243-247.

Rocha EHD (2005) Impactos dos Transportes Rodoviários na Fauna. Dissertação Mestrado. Programas de pós-graduação de Engenharia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro p. 196.

Silva H, Gonzaga G (2005) A Importância das Unidades de Conservação na Preservação da Diversidade Biológica. Revista LOGOS, n. 12, p. 127-151.

Sistema de Informações da Saúde Silvestre- SISS. Aplicativo de monitoramento de fauna Silvestre desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz (FiOCruz), Disponível em: <<http://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br/estrutura>>. Acesso em: julho de 2017.

Sistema Urubu. Aplicativo para mapeamento dos atropelamentos da fauna silvestre desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras, CBEE. Disponível em: <cbee.ufla.br/portal/sistema_urubu/faq.php>. Acesso em: julho de 2017.

Soares ACCCPP (2009) Métodos Geofísicos em Obras Lineares. Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestrado. pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da PUC-Rio. Rio de Janeiro. p. 107.

Soares MO, de Paiva CC, Godoy T, Silva MB, Castro CSS (2010) Gestão Ambiental de sistemas insulares: o caso da Reserva Biológica de Atol das Rocas, Atlântico Sul Equatorial. Revista de Gestão Costeira Integrada. v.10, n. 3, p. 347-360.

Teixeira FZ, Kindel A, Alegre P, Brasil RA (2013) Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. Biota Neotropica. v.13, n. 1, p.117-123.

Viana FMF, Rocha CHB (2009) Impactos ambientais em unidades de conservação. Material didático apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte das exigências para a conclusão da disciplina Estágio de Docência, p. 25.