

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**TRAÇADO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO: UM  
MAPEAMENTO DAS COMPLEXIDADES AMBIENTAIS  
PARA O LICENCIAMENTO**

**ELISA DE CASTRO SOUSA**

**ORIENTADOR: OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 EM ENGENHARIA  
AMBIENTAL**

**BRASÍLIA/DF: JULHO/2015**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**TRAÇADO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO: UM  
MAPEAMENTO DAS COMPLEXIDADES AMBIENTAIS  
PARA O LICENCIAMENTO**

**ELISA DE CASTRO SOUSA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.**

**APROVADA POR:**

---

**OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO, Doutor (UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE ALVES, PhD (UnB)  
(EXAMINADORA INTERNA)**

---

**RICARDO TEZINI MINOTI, Doutor (UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 10 de julho de 2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, ELISA DE CASTRO

Traçado de Linhas de Transmissão: Um Mapeamento das Complexidades Ambientais para o Licenciamento. Monografia de Projeto Final 2 [Distrito Federal] 2015.

ix, 68p. 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2015)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Licenciamento Ambiental          | 2. Avaliação de Impactos Ambientais |
| 3. Linhas de Transmissão de Energia | 4. Geoprocessamento de Dados        |
| I. ENC/FT/UnB                       |                                     |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, E. C. (2015). Traçado de Linhas de Transmissão: Um Mapeamento das Complexidades Ambientais para o Licenciamento. Monografia de Projeto Final 2, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 77p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Elisa de Castro Sousa

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Traçado de Linhas de Transmissão: Um Mapeamento das Complexidades Ambientais para o Licenciamento.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2015

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Elisa de Castro Sousa  
SQN 108 Bloco C Apartamento 507  
70.744.030 – Brasília/DF – Brasil

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, em especial aos meus pais Mauro e Carmem e ao meu irmão José Raul por todo apoio e ensinamento que me foi dado antes e durante a graduação.

Aos meus colegas de TNE pelo grande aprendizado profissional e apoio no desenvolvimento deste projeto.

Ao meu orientador Oscar, pelo trabalho conjunto.

Ao corpo docente do ENC, por toda a dedicação em transmitir seus conhecimentos e em construir o curso de Engenharia Ambiental da UnB.

Aos meus amigos, que sempre me ajudaram nos momentos de dificuldade e estiveram presentes nos momentos de comemoração.

E, principalmente, agradeço à minha filha Sofia, por ser a luz da minha vida e minha maior motivação ao longo do caminho.

## RESUMO

A Constituição Federal, de 1988, dispôs sobre o meio ambiente ecologicamente equilibrado e a exigência de estudos de impacto ambiental para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação. Para empreendimentos que sejam potencialmente causadores de impactos ambientais, é necessária a Licença Ambiental. O processo de Licenciamento Ambiental no Brasil tradicionalmente passa por três etapas administrativas, com emissão das: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), tal qual especificado na Resolução CONAMA 237/97. É necessário que sejam realizados estudos quanto à implantação de empreendimento em determinado local para avaliar sua influência nas questões ambientais. Segundo a Portaria 421/2011 do Ministério do Meio Ambiente, o licenciamento ambiental federal nos sistemas de transmissão de energia elétrica pode ocorrer por meio de procedimento simplificado, em que se produzirá um Relatório Ambiental Simplificado (RAS), ou por meio do procedimento ordinário, em que haverá a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e de seu respectivo Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA). A Portaria Interministerial 60 de 2015 preconiza que, apesar de o órgão licenciador ser o IBAMA, ele deverá considerar o parecer da FUNAI, da FCP, do IPHAN e do Ministério da Saúde, considerando também parecer do ICMBio, em casos em que o empreendimento gerar algum tipo de interferência em questões relacionadas a temas tratados por esses órgãos. Atualmente, percebe-se, em muitas situações, falta de diálogo entre esses diferentes órgãos licenciadores, o que tem levado a atrasos significativos na implantação e na operação do empreendimento. Nessa perspectiva, julgou-se pertinente desenvolver um mapa das complexidades para traçado de Linhas de Transmissão de Energia a partir da consideração desses diferentes limitantes. Trabalhou-se com um método multicritério AHP - *Analytic Hierarchy Process* com geoprocessamento dos dados feito com o auxílio do software Arcgis 10.3, que forneceu, como resultado final, um mapa do Brasil em que se ilustra um gradiente de complexidade para traçado de linhas de transmissão, com identificação de regiões que variam de alta a baixa complexidade de traçado.

# SUMÁRIO

Capítulo	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MARCO CONCEITUAL.....	5
2.1. POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.....	5
2.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	9
2.2.1. CONCEITOS.....	9
2.2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	14
2.2.3. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NO BRASIL .....	18
2.3. LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL .....	20
2.4. SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA .....	25
2.4.1. LEILÕES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	28
2.4.2. SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA.....	31
2.4.3. SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL – SIN.....	33
2.4.4. ESPECIFICIDADES DO LICENCIAMENTO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO.....	36
3. METODOLOGIA .....	40
3.1. AQUISIÇÃO DOS DADOS.....	41
3.1.1. TERRAS INDÍGENAS .....	42
3.1.2. COMUNIDADES QUILOMBOLAS .....	42
3.1.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS .....	43
3.1.4. POTENCIAL MALARÍGENO .....	43
3.1.5. BENS CULTURAIS ACAUTELADOS .....	43
3.2. GEOPROCESSAMENTO DOS DADOS .....	44
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
4.1. DADOS OBTIDOS .....	46
4.1.1. TERRAS INDÍGENAS .....	46
4.1.2. COMUNIDADES QUILOMBOLAS .....	48
4.1.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS .....	50
4.1.4. POTENCIAL MALARÍGENO .....	52
4.1.5. BENS CULTURAIS ACAUTELADOS .....	53

4.2. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA .....	56
4.3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	58
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

### Figuras

Figura 2.1 - Matriz 1 de Impactos Ambientais.....	17
Figura 2.2 - Matriz 2 de Impactos Ambientais.....	17
Figura 2.3 – Tipos de Leilões do Setor Elétrico Brasileiro.....	29
Figura 2.4 – Exemplos de Torres Estaiadas.....	32
Figura 2.5 – Exemplos de Torres Autoportantes.....	32
Figura 2.6 – Mapa de Abrangência do Sistema Interligado Nacional.....	36
Figura 2.7 - Etapas do Licenciamento Ambiental ao Longo do Projeto de Engenharia do Empreendimento.....	38
Figura 3.1 – Diagrama das Etapas do Projeto.....	41
Figura 4.1 – Terras Indígenas Brasileiras.....	47
Figura 4.2 – Etapas da Regularização de Comunidades Quilombolas.....	49
Figura 4.3 – Unidades de Conservação Brasileiras.....	51
Figura 4.4 – Risco de Malária por Município de Infecção.....	52
Figura 4.5 – Grau de Complexidade do Processo de Licenciamento Ambiental Brasileiro de Linhas de Transmissão de Energia por Região do País em Valores Absolutos.....	58
Figura 4.6 – Grau de Complexidade do Processo de Licenciamento Ambiental Brasileiro de Linhas de Transmissão de Energia por Região do País.....	59

### Gráficos

Gráfico 4.1 – Distribuição das Terras Indígenas por Região do Brasil.....	47
Gráfico 4.2 – Comunidades Quilombolas por Região do Brasil.....	50
Gráfico 4.3 – Unidades de Conservação Brasileiras por Grande Grupo.....	51
Gráfico 4.4 – Sítios Arqueológicos por Região do Brasil.....	53
Gráfico 4.5 – Bens Tombados por Região do Brasil.....	54
Gráfico 4.6 – Bens do Patrimônio Cultural Ferroviário por Região do Brasil.....	54
Gráfico 4.7 – Bens Culturais de Natureza Imaterial por Região do Brasil.....	55

### Tabelas

Tabela 2.1 – Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro.....	26
Tabela 4.1 – Quantidade de Comunidades Quilombolas por UF.....	48
Tabela 4.2 – Densidade de bens acautelados por região do país.....	55
Tabela 4.3 – Pesos atribuídos às alternativas.....	57



## **LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS**

AAR – Área de Abrangência Regional

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AID – Área de Influência Direta

AII – Área de Influência Indireta

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ECI – Estudo do Componente Indígena

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FCP – Fundação Cultural Palmares

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

LT – Linha de Transmissão

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrica

PBA – Plano Básico Ambiental

PCA – Plano de Controle Ambiental

PDMA – Plano Diretor do Meio Ambiente do Setor Elétrico

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PRAD – Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

RCA – Relatório de Controle Ambiental

RIMA – Relatório de Impacto do Meio Ambiente

SE - Subestação

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

TR – Termo de Referência

## **1. INTRODUÇÃO**

O constante crescimento populacional e desenvolvimento econômico que o Mundo presencia tem levado ao uso e à ocupação de novas regiões, muitas vezes acarretando um aumento da demanda por energia. Devido à intensificação e à complexificação dessas relações homem–meio ambiente, e as explorações realizadas em várias áreas do Planeta, foram estabelecidas leis e regulamentações que têm como objetivo controlar e fiscalizar tais ações, promovendo uma gestão do uso dos recursos naturais e de todo o ambiente que os abriga.

Segundo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, celebrada em Estocolmo, em 1972, Meio Ambiente é o conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos e sociais capazes de causar efeitos diretos ou indiretos, em um prazo curto ou longo, sobre os seres vivos e as atividades humanas. Já a Lei nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, define este como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

A referida Lei estabelece diretrizes que possibilitam o gerenciamento dos recursos naturais, tendo por objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, de forma que seja possível o desenvolvimento socioeconômico em bases sustentáveis, considerando sempre as presentes e futuras gerações.

O processo de Licenciamento Ambiental deve observar princípios, diretrizes e objetivos preconizados por essa Lei e é necessário para qualquer empreendimento que venha a afetar o meio ambiente e suas inter-relações. Uma das funções do licenciamento ambiental é a determinação de condicionantes, designadas ao proponente do empreendimento, visando à compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

De acordo com a Lei Complementar nº 140, de dezembro de 2011, licenciamento ambiental é o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. O

Licenciamento Ambiental, segundo a Resolução CONAMA 237/97, está dividido em três etapas básicas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). A base para todo o processo de licenciamento, assim como para a execução das diferentes fases de projeto, está nos estudos realizados em sua fase de solicitação de LP. Os estudos devem ser abrangentes e apresentar características da região antes da implantação do empreendimento, abordando os meios físico, biótico e social. Tais estudos apontam quais os prováveis impactos pertinentes a cada uma das fases de projeto, devendo ser realizado processo de Avaliação de Impacto Ambiental, aplicando métodos que possibilitem uma análise do conjunto de fatores relacionados à obra e considerados de significativa importância. Para muitos casos, um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve ser apresentado juntamente com o Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA).

A partir de todas as considerações socioambientais feitas a respeito do empreendimento, o órgão governamental licenciador poderá atestar a viabilidade ambiental de execução do projeto. Cabe ressaltar que, uma vez emitida a Licença Ambiental, esta pode ser suspensa ou cancelada, caso o proponente não cumpra as condicionantes apresentadas na Licença, podendo/devendo ser vistoriado durante as fases de implantação e operação da obra a fim de verificar o seu cumprimento.

Para os casos dos Sistemas de Transmissão de Energia, o licenciamento pode ser realizado pelo procedimento simplificado, sendo baseado no Relatório Ambiental Simplificado (RAS), ou pelo procedimento ordinário, baseando-se no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental, segundo Portaria 421, de 26 de outubro de 2011, do Ministério do Meio Ambiente.

O órgão licenciador federal é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), porém, de acordo com a Portaria Interministerial 60, de 24 de março de 2015, quando julgado necessário, deve ser emitido parecer técnico quanto ao empreendimento por parte de outros entes da administração federal: Fundação Nacional do Índio – FUNAI, Fundação Cultural Palmares – FCP, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e Ministério da Saúde. Tal situação ocorre quando se constata que o empreendimento poderá implicar algum tipo de interferência, em qualquer uma de suas fases, em terras indígenas ou quilombolas, em bens culturais acautelados e em áreas ou regiões de risco ou endêmicas para malária, por exemplo, como

também em unidades de conservação federais, sendo essas administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, cuja disciplina normativa sobre licenciamento ambiental está definida na Instrução Normativa nº 07, de 5 de novembro de 2014.

O processo de Licenciamento Ambiental Brasileiro possui, assim, várias etapas, inúmeros procedimentos e, normalmente, a participação de várias entidades e órgãos, além do responsável pelo licenciamento propriamente dito, o que pode levar a prazos mais alongados, com o comprometimento do cronograma, incertezas e inseguranças, ampliação dos custos das obras devido à demora em se obterem as licenças e, conseqüentemente, em iniciar a instalação e a operação de um empreendimento.

Sob a perspectiva do empreendedor, os custos podem tornar-se muitas vezes imprevisíveis, podendo trazer conseqüências danosas para o plano de negócio, as quais podem chegar a comprometer a viabilidade do empreendimento. Nos sistemas de transmissão de energia elétrica, os atrasos no processo podem, ainda, levar a prejuízos para o planejamento energético e a sobrecustos nas tarifas de energia.

Um dos principais motivos identificados para um prazo mais extenso no processo de licenciamento ambiental dos Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica é a ausência de sincronia entre os procedimentos regulatórios do setor ambiental e o de energia elétrica, ocasionando, por vezes, atrasos nos prazos estipulados após a realização do Leilão de Transmissão de Energia e em incertezas quanto à real viabilidade ambiental e econômica do empreendimento.

Sendo assim, julgou-se pertinente, no âmbito deste Projeto Final 2 do curso de Engenharia Ambiental da UnB – Universidade de Brasília, desenvolver uma ferramenta suscetível de mapear, no território, áreas e regiões em que seriam mais complexos os traçados de Linhas de Transmissão de Energia, tendo em vista restrições associadas a terras indígenas e quilombolas, a bens culturais acautelados, a áreas ou regiões de risco ou endêmicas para malária e a unidades de conservação federais. A construção dessa ferramenta levaria em conta uma abordagem multicritério e o uso de um aplicativo de geoprocessamento.

Essa ferramenta permitiria conhecer *a priori* o grau de complexidade do processo de licenciamento de acordo com as características de toda a extensão da faixa do empreendimento linear, possibilitando, por exemplo, aos participantes de leilões, procedimento pelo qual são selecionados os consórcios ou empresas interessadas nos empreendimentos, conhecerem os reais riscos inerentes à obtenção, junto ao Poder Público, da concessão para prestação do serviço de transmissão de energia.

O **objetivo geral** deste projeto poderia ser, assim, enunciado: **desenvolver uma ferramenta de avaliação, a nível de primeira aproximação, baseada no normativo brasileiro, em métodos multicritérios e em técnicas de geoprocessamento, para mapear áreas e regiões de maior complexidade para passagem de linhas de transmissão de energia.**

O presente relatório está estruturado em cinco capítulos: i) a presente introdução, ii) uma discussão envolvendo os marcos conceituais associados à política nacional de meio ambiente, ao instrumento de avaliação ambiental, ao processo de licenciamento ambiental e à atividade de transmissão de energia no Brasil; iii) a metodologia para desenvolvimento da ferramenta de avaliação; iv) a discussão dos resultados, e v) as conclusões e as recomendações do trabalho.

## **2. MARCO CONCEITUAL**

Para desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de complexidade ambiental de traçados de linhas de transmissão, considera-se necessário promover uma discussão envolvendo os marcos conceituais associados à política nacional de meio ambiente, ao instrumento de avaliação de impacto ambiental, ao processo de licenciamento ambiental no Brasil e à atividade de produção e transmissão de energia elétrica no Brasil, o que explica a subdivisão proposta para este capítulo em quatro subcapítulos.

### **2.1. POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

Para o equilíbrio da vida na Terra, que deve ocorrer de forma harmoniosa nas relações homem/meio ambiente, cada vez mais são buscadas maneiras de se gerenciarem tais relações, para que, assim, o homem possa progredir e desenvolver-se, social e economicamente, sem ter, necessariamente, que avançar de forma negativa sobre a natureza. Com isso, são estabelecidas normas, políticas, programas que representam ferramentas imprescindíveis para o gerenciamento da atuação do homem e de suas relações com a natureza.

A Constituição Federal de 1988, em seu art. 25, diz que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, devendo ser preservado e defendido pelo poder público e pela coletividade para as presentes e futuras gerações.

A Lei Federal 6.938/81, que “Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências” foi sancionada em 1981 e instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, concebida com o intuito de gerenciar da melhor forma possível os usos dos recursos naturais, assim como preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental, assegurando as condições necessárias ao desenvolvimento socioeconômico. Nela, são estabelecidas diretrizes para o licenciamento de empreendimentos que, de alguma forma, irão afetar o meio ambiente e suas inter-relações, buscando compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Sendo necessária para o avanço da humanidade e o bem-estar dos povos, a exploração dos recursos

ambientais deve ser, no entanto, socialmente responsável, com o estabelecimento de diretrizes e programas para utilização ambientalmente consciente desses recursos.

Os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, citados no Art. 9º da lei 6938/81 são os seguintes:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - o zoneamento ambiental;
- III - a avaliação de impactos ambientais;
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico, pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal;
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

O foco principal é que sejam evitados ou mitigados os efeitos danosos decorrentes da degradação da qualidade ambiental e da poluição. Ainda, segundo a Lei 6.938/81, degradação ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente, e poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que, direta ou indiretamente, prejudica saúde, segurança e bem-estar da população; cria condições adversas às atividades sociais e econômicas; afeta desfavoravelmente a biota; afeta as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lança matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Durante o processo de avaliação de impactos ambientais de empreendimentos para que se possa chegar ou não à emissão de licença ambiental, é necessário que seja realizada uma série de estudos na área de interesse, a fim de demonstrar que a sua eventual

implantação não trará, em sua totalidade, apenas impactos negativos, mostrando-se uma obra ambientalmente inviável, mas identificando aspectos positivos e medidas de compensação e de mitigação necessárias.

Um instrumento para análise das questões pertinentes a determinada atividade ou empreendimento é a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que promove um mapeamento dos prováveis impactos que a obra proporcionará para a região, para os seus habitantes, suas atividades produtivas, seus modos e hábitos de vida; devem ser realizados por equipe multidisciplinar, buscando eliminar, de forma mais eficiente possível, a subjetividade que determinada análise poderia apresentar. A equipe que realiza os estudos passa a ser a responsável técnica pelos resultados apresentados.

Outro instrumento bastante utilizado, associado à AIA, é o Licenciamento Ambiental. Para aplicação dos critérios e diretrizes instituídos primeiramente pela Lei 6938/81, no que tange a ele, e posteriormente, mais bem explicitados nas Resoluções CONAMA 001/86 e 237/97, é necessário estabelecer o conceito de Licenciamento Ambiental e de Licença Ambiental.

Segundo a Lei Complementar 140/2011, que fixa normas para a cooperação entre **a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios** nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; Licenciamento ambiental é “o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”.

Já a Licença Ambiental, segundo Resolução CONAMA 237/97, é tida como um ato administrativo que “estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”.



A Resolução CONAMA 001/86, em seu Art. 2º, estabelece que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente está condicionado à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Os processos de licenciamento devem ser compatibilizados com as etapas de planejamento e implantação das atividades que irão modificar o Meio Ambiente, sendo consideradas as peculiaridades de cada atividade e as características ambientais da área.

O Estudo de Impacto Ambiental não contém apenas a discriminação dos impactos que o empreendimento causará na área, mas sim, um conjunto de considerações acerca da obra, da região onde será implantado, dos impactos, assim como também precisa apresentar as propostas para programas de acompanhamento e monitoramento, de impactos positivos e negativos, a definição das medidas mitigadoras e compensatórias daqueles considerados negativos, determinando inclusive, quais serão os equipamentos utilizados para tal controle.

De acordo com o Art. 5º da Resolução CONAMA 001/86, além de atender à Política Nacional do Meio Ambiente, o Estudo de Impacto Ambiental deve seguir as seguintes diretrizes gerais:

- I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos.

É necessário que seja realizado um diagnóstico ambiental da área de influência direta e indireta do projeto, visando a uma descrição e análise completas dos recursos ambientais presentes na região, assim como suas interações, de forma a caracterizar a situação ambiental da área antes da implantação. Os estudos devem ser realizados considerando, dentre outros, conforme o art. 6º da Resolução Conama 001/86, o meio físico, biológico, socioeconômico e suas interações, sendo discriminados magnitude, relevância, se são imediatos e a médio e longo prazo, temporários ou permanentes, grau de reversibilidade, propriedades cumulativas e sinérgicas.

Assim como a Política Nacional do Meio Ambiente se apresenta como um marco ambiental no cenário brasileiro, alterando as abordagens realizadas anteriormente, quando a avaliação de atividades e empreendimentos era feita prioritariamente no âmbito econômico, no que se refere ao setor elétrico brasileiro, houve grandes alterações ao longo do tempo no que tange aos estudos ambientais de seus empreendimentos. O setor precisou estabelecer planos e políticas que conseguissem propiciar o crescimento inevitável da produção de energia, buscando acompanhar o desenvolvimento do país. As especificidades do setor elétrico serão abordadas em capítulo seguinte.

## **2.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **2.2.1. Conceitos**

Tradicionalmente, os métodos de avaliação da viabilidade de projetos e empreendimentos baseavam-se apenas em critérios financeiros e econômicos, sendo focados, basicamente, nas análises de tipo “custo x benefício”. Com o decorrer do tempo, a partir dos anos 1960-1970, percebeu-se que tal análise muitas vezes não conseguia refletir os verdadeiros custos e benefícios do empreendimento, que, muitas vezes, ficavam abaixo daqueles previstos pelo próprio empreendedor. O fato ocorria devido à ausência de uma análise de tipo multicritério, que avaliasse não apenas o contexto econômico-financeiro do empreendimento, mas também os contextos social e ambiental.

Para tornar possível a incorporação desses tipos de questões nos projetos, cada vez mais foram buscadas novas alternativas de métodos e técnicas que fossem capazes de representar melhor o conjunto de fatores ligados à viabilidade global do empreendimento.

Devido à crescente busca por projetos mais sustentáveis, que impactassem de forma controlada, mitigada ou compensada, na menor intensidade possível, o ambiente que os abriga, foram criados diversos incentivos econômicos para o controle da poluição e da degradação ambiental referente ao empreendimento. Juntamente com a implantação de sistemas de gestão ambiental, tornou-se possível o aperfeiçoamento da avaliação da viabilidade de projetos.

Um dos principais instrumentos aplicados para uma melhor análise e gestão de projeto, é o processo de Avaliação de Impactos Ambientais – AIA. No Brasil, a AIA é tida como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6938/86, sendo regulamentada, entre outros normativos, pela Resolução CONAMA 001/86.

Segundo Moreira (1985), a Avaliação de Impacto Ambiental é tida como um instrumento da política ambiental que se dá por um conjunto de procedimentos capazes de fornecer como resultado um exame de forma sistemática dos impactos ambientais presentes em determinada ação proposta ou em curso, seja ela um projeto, um programa, um plano ou uma política. Essa avaliação também é feita para as outras alternativas ao empreendimento original, buscando apresentar os resultados de forma que possibilite um fluxo acessível de informação para quem os analisa.

Os fatores ambientais levados em conta para determinar a qualidade ambiental do empreendimento, traçando o perfil do que pode vir a ser o quadro futuro, podem variar de acordo com a região do país ou o momento de realização da AIA. As diretrizes para a avaliação devem levar em conta o grau de controle ambiental que se quer garantir, os fatores ambientais que devem ser considerados e seus recursos prioritários a serem geridos, ainda de acordo com Moreira (1985).

Para que a Avaliação de Impacto Ambiental exerça suas principais finalidades, é necessário que esse princípio seja aplicado desde o início do processo de planejamento ou de tomada de decisão. Sendo aplicada nas diferentes alternativas (locacionais, tecnológicas ou operacionais) que o empreendimento possa apresentar, AIA permite uma comparação entre alternativas, além de opções de medidas corretivas e mitigadoras dos impactos, que podem vir a ser adotadas pelo empreendedor. No caso dos Sistemas de Transmissão de

Energia, são, por exemplo, estudados diferentes traçados por onde a LT poderia passar. A partir de uma análise de tipo multicritério é que se chegaria a uma alternativa considerada mais ambientalmente viável.

Para que se obtenham resultados mais fiéis à realidade, a avaliação deve ser feita de modo sistemático, a partir de uma análise de tipo multicritério, conseguindo abranger as interações entre o ambiente e o meio social. Quanto mais a equipe que realiza a avaliação é multidisciplinar, uma maior gama de situações é considerada, um maior nível de discussão acontece, o que leva a uma análise com menor grau de subjetividade. Por isso, é sempre recomendada a utilização de equipe técnica multidisciplinar, subsidiando da forma mais efetiva possível a tomada de decisão.

A Avaliação de Impacto Ambiental não consegue sozinha evitar desastres ecológicos ou degradação ambiental. Porém, é capaz de minimizar riscos associados ao uso dos recursos naturais. Com a AIA, é possível obter um conhecimento prévio dos impactos ambientais positivos e negativos relacionados ao empreendimento, permitindo que o projeto seja aprimorado a partir dessa visão global das intervenções do empreendimento no meio, proporcionada pelos resultados da avaliação (Moreira, 1985).

Para que sejam analisados os instrumentos de avaliação ambiental, é necessário, primeiramente, conceituar o que vem a ser impacto ambiental. Segundo a Resolução CONAMA 001/86, impacto ambiental é:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a) a saúde, a segurança e o bem estar da população; b) as atividades sociais e econômicas; c) a biota; d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e; e) a qualidade ambiental”.

A Resolução CONAMA 237/97 considera que o licenciamento ambiental deve ser considerado um instrumento de gestão ambiental, que visa ao desenvolvimento sustentável e à melhoria contínua, sendo efetivo quando os procedimentos e critérios são aplicados de forma correta. Sendo assim, também pode ser aplicado o conceito de impacto ambiental

segundo a NBR ISSO 14001, que trata dos Sistemas da Gestão Ambiental. Segundo o item 3.7 dessa NBR, impacto ambiental é:

“qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte dos aspectos ambientais da organização.”

A partir desses conceitos de impacto ambiental, pode-se considerá-lo de dois tipos básicos: o impacto positivo ou benéfico, e o impacto negativo ou adverso.

De acordo com Moreira (1985), impacto positivo ou benéfico é aquele que tem como resultado de uma ação, melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental; já impacto negativo ou adverso, é aquele em que o resultado de determinada ação surge em forma de dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.

Os impactos também possuem atributo quanto à ordem, sendo divididos em impactos diretos e indiretos.

Segundo Moreira (1985), impacto direto é aquele causado diretamente pela atividade em análise, sendo chamada de simples relação de causa e efeito. Ele pode ser chamado de impacto primário. Já o impacto indireto é o advindo de outro impacto, direto ou indireto, estando dentro de uma cadeia de reações.

A Avaliação de Impacto Ambiental é composta por um conjunto de atividades, podendo ser aperfeiçoado à medida que são desenvolvidos os trabalhos. Segundo Moreira (1985), as principais atividades desenvolvidas durante a Avaliação são as descritas a seguir:

Diagnóstico Ambiental da área de influência – deve ser realizado um diagnóstico ambiental da área que será afetada pelo projeto, apresentando os componentes ambientais e suas interações, de forma a caracterizar a situação ambiental da área anterior ao processo de implantação do empreendimento. A listagem dos componentes ambientais e suas interações é definida pela equipe, levando em considerações quais fatores são mais apropriados para o estudo realizado, podendo variar de acordo com questões como região locacional do empreendimento e porte do sistema. Devem ser apresentados dados como componentes físicos e biológicos do meio ambiente, informações cartográficas,

informações econômicas e sociais das populações locais, entre outros. Muitas vezes, a listagem é mais completa quando são realizados trabalhos de campo para complementar os dados já existentes.

Identificação dos Impactos – uma vez que se conhece a situação inicial do sítio que receberá o projeto, é necessária a identificação dos impactos que poderão surgir em decorrência de sua implantação. Tal identificação envolve uma série de fatores ligados às características e interrelações do meio, além das ações antrópicas que a área sofrerá, e por isso é considerada uma tarefa complexa. Com o desenvolvimento dessa atividade, novas características do meio podem surgir nas listagens, que juntamente com a consulta a estudos de AIA de projetos semelhantes, pode servir de importante subsídio para a identificação desses impactos.

Previsão e Medição dos Impactos – nessa etapa, são previstas as características dos impactos identificados, assim como a magnitude que esses terão. As características podem ser apresentadas em termos quantitativos e/ou qualitativos. Para tais previsões, são utilizadas abordagens científicas e técnicas específicas para esse tipo de estimativa. São, também, estimados os efeitos diretos que o projeto terá sobre os fatores sociais, econômicos e culturais.

Interpretação e Valoração dos Impactos - como interpretação dos impactos, entende-se a ação de estabelecer a importância de cada um dos impactos em relação aos fatores que são ambientalmente afetados. No caso da valoração dos impactos, a importância determinada é a relativa a um impacto quando comparado aos outros.

Comunicação dos Resultados – os resultados devem ser apresentados de forma objetiva, sendo dispostos de forma que permita a compreensão de todas as partes participantes da Avaliação de Impacto Ambiental e envolvidas nos processos de decisão.

O grau de importância de cada impacto pode ser determinado com participação de representantes das comunidades afetadas. Sendo definidos pela comunidade em conjunto com a equipe multidisciplinar, o quadro final consegue incorporar aspectos que, muitas vezes, não são considerados quando a análise se restringe aos técnicos.

Dentre os estudos e programas realizados durante o processo de licenciamento de um empreendimento, algumas formas consideradas como AIA podem ser destacadas: o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA), Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Relatório de Controle Ambiental (RCA), Plano Básico Ambiental (PBA), Plano de Controle Ambiental (PCA).

### **2.2.2. Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental**

Existem diversos métodos e técnicas para a Avaliação de Impacto Ambiental. Eles se constituem, em sua grande maioria, em abordagens analíticas, de modo a limitar avaliações muito subjetivas que possam surgir durante o estudo de impacto.

Para isso, é necessário contar com uma equipe de técnicos capacitados em diferentes áreas de conhecimento, que, ao apresentarem e confrontarem suas análises, conseguem imprimir uma dimensão mais rica às avaliações realizadas.

Segundo Cordeiro Netto (2014), as principais famílias dos métodos para Avaliação de Impacto Ambiental podem ser divididas entre Checklists, Métodos Matriciais, Métodos de Redes, *Overlays* e Agregação de Métodos.

Checklists – apresentam relação dos parâmetros ambientais a serem investigados para que possam ser identificados possíveis impactos relevantes. A Checklist, por ser um método de listagem de controle, com itens pré-definidos, apresenta a desvantagem de não permitir projeções nem identificação de impactos secundários, não sendo possível também, identificar impactos “originais” do empreendimento. A listagem pode ser descritiva, comparativa ou em questionário.

Métodos Matriciais – apresentam correlação das relações de causa e efeito, tendo como referência a relação entre as atividades específicas do projeto e os possíveis impactos. A primeira abordagem analítica mais estruturada de avaliação de impacto ambiental foi a Matriz de Leopold, considerada a “Matriz Mãe” nas Avaliações de Impacto Ambiental. Leopold *et al.* (1971) desenvolveram uma matriz contendo 100 ações específicas e 88 componentes ambientais. Cada ação e sua potencialidade em impactar

cada aspecto ambiental eram consideradas por ela. Podem ser atribuídos valores de 1 (baixa) a 10 (alta) para magnitude e importância das relações de ação/impacto. Por conter uma quantidade muito grande de interrelações, essa matriz costuma ser reduzida, selecionando apenas os componentes associados ao empreendimento que está sendo avaliado. Ela pode ser utilizada durante as várias etapas de todo o ciclo do projeto, como implantação, operação e desativação.

Métodos de Redes – é a família definida por técnicas que propiciam a construção de uma cadeia de causalidade que envolve as atividades do projeto e os impactos diretos e indiretos.

Overlays – é realizada a superposição e agregação de mapas temáticos, para que sejam analisados diferentes atributos em conjunto. São utilizados dados socioeconômicos, físicos e bióticos do sistema em análise.

Agregação de Métodos – é realizada a agregação de diferentes métodos para que seja feita uma avaliação que contemple uma gama maior de fatores, tornando a análise mais objetiva e abrangente.

Além dessas famílias de métodos e técnicas, têm sido adotados em Estudos de Impacto Ambiental os denominados métodos multicritério. Segundo Generino e Cordeiro Netto (1999), existe uma vasta quantidade de opções de métodos a serem utilizados, e sua escolha dependerá do problema a ser analisado, da familiaridade do analista por determinado método e da existência dos recursos necessários para a sua execução. Para que seja possível definir um problema de natureza multicritério e multiobjetivo, é fundamental que seja levado em consideração: as alternativas ou ações de solução do problema; os critérios a serem adotados para medição do cumprimento de cada objetivo; e os atores que estão envolvidos no processo.

De acordo com Vincke (1992, *apud* Generino e Cordeiro Netto, 1999), as tipologias de classificação dos métodos multicritério estão divididas em três grandes famílias: modelos aditivos, métodos de desclassificação e métodos interativos.



Os Modelos Aditivos têm como regra fundamental a transitividade de preferências. Esses tipos de modelos agregam diferentes critérios, buscando otimizá-los em uma única função, permitindo um ordenamento completo entre alternativas em comparação. Já nos casos dos Métodos de Desclassificação, é estabelecida uma ordem hierárquica entre as funções de acordo com diferentes critérios, definindo qual tem mais prioridade que o outro, sem necessidade de ordenamento completo. Os Métodos Interativos consistem em processos entre o tomador de decisão e analista que buscam revelar qual o sistema de preferência do tomador de decisão, que muitas vezes não consegue explicitá-lo.

Os métodos multicritérios podem ser usados, por exemplo, para agregar diferentes impactos, com níveis diferenciados de importância, e se chegar a uma avaliação global do empreendimento, comparando-se ou não, com as alternativas do empreendimento.

No caso da avaliação de impactos para definição de traçado de Linhas de Transmissão de Energia, várias abordagens podem ser adotadas. É importante que se ressalte, desde já, que, no Brasil, as linhas de transmissão são classificadas de acordo com o nível de tensão de sua operação: A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV, A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV e A3 – tensão de fornecimento de 69 kV. A classe A1 é representativa do sistema de transmissão interligado, ou Sistema Interligado Nacional (SIN), também denominado rede básica. Segundo Cardoso Jr. (2014), no caso de Linhas de Transmissão de Energia, os Estudos de Impacto Ambiental mais completos e elaborados são realizados para a rede básica (empreendimentos com tensão acima de 230 kV), tendo em vista a extensão no território e a o potencial de impactos ambientais negativos.

As figuras 2.1 e 2.2 apresentam uma aplicação prática da Avaliação de Impactos Ambientais por meio de método matricial. Pode-se perceber, como preconizado por Moreira (1985), que a disposição dos resultados é feita de forma didática, possibilitando o entendimento por qualquer uma das partes relacionadas ao processo de Licenciamento Ambiental. A matriz apresentada é parte do Relatório de Impacto Ambiental da LT 500 kV Manaus – Boa Vista e Subestações Associadas.

IMPACTOS AMBIENTAIS		Fase e Significância		
		Planejamento	Implantação	Operação
IMP 01	Geração de Expectativas	■ ■		
IMP 02	Pressão sobre Condição Fundiária	■ ■	■ ■	
IMP 03	Divergência entre a População e o Empreendedor	■ ■	■ ■	
IMP 04	Aumento da Massa Salarial		■ ■	
IMP 05	Incremento da Arrecadação Tributária		■	
IMP 06	Aumento do Risco de Acidentes Rodoviários		■ ■	
IMP 07	Interrupção de Vias de Acesso		■ ■	
IMP 08	Indução de Processos Erosivos		■ ■	■ ■
IMP 09	Contaminação do Solo		■ ■	
IMP 10	Contaminação de Corpos Hídricos e Alteração Qualidade da Água		■ ■	
IMP 11	Alteração das Propriedades Físicas do Solo		■ ■ ■	
IMP 12	Geração e Abandono de Resíduos Sólidos		■ ■	
IMP 13	Derramamento de Efluentes Líquidos		■	
IMP 14	Pressão Sobre Patrimônio Espeleológico		■ ■	
IMP 15	Pressão sobre Sítios Paleontológicos		■ ■	
IMP 16	Pressão sobre o Patrimônio Arqueológico e Cultural		■ ■	
IMP 17	Interferência com Atividades Minerárias		■ ■	
IMP 18	Alteração ou Perda de Habitats		■ ■ ■ ■	■ ■ ■

Legenda: □ Muito Pequena □□ Pequena □□□ Média □□□□ Grande ■ Negativo ■ Positivo

Figura 2.1 - Matriz 1 de Impactos Ambientais (Fonte: EIA/RIMA LT 500 kV Manaus – Boa Vista e Subestações Associadas)

IMPACTOS AMBIENTAIS		Fase e Significância		
		Planejamento	Implantação	Operação
IMP 19	Afugentamento da Fauna		■ ■	■ ■
IMP 20	Risco de Acidentes e Morte da Fauna		■ ■	■ ■
IMP 21	Aumento do Risco de Acidentes com Animais Peçonhentos		■	
IMP 22	Aumento do Índice de Doenças de Propagação Vetorial		■ ■	
IMP 23	Aumento no Índice de DST e AIDS e outras Doenças		■ ■	
IMP 24	Atração de Empreendimentos Informais		■	
IMP 25	Interferência com Benfeitorias e Infraestrutura		■ ■	
IMP 26	Perda de Terras Produtivas		■ ■ ■	
IMP 27	Pressão Sobre Serviços Básicos Locais e Infraestrutura		■ ■	
IMP 28	Remoções de Residências		■ ■ ■	
IMP 29	Interferências na Qualidade de Vida		■ ■	
IMP 30	Interferências em Terra Indígena		■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
IMP 31	Risco de Colisão da Avifauna			■
IMP 32	Aumento da Oferta de Energia			■ ■ ■ ■
IMP 33	Aumento da Confiabilidade do Sistema Elétrico			■ ■ ■
IMP 34	Degradação da Paisagem Cênica			■ ■
IMP 35	Receio da População			■ ■
IMP 36	Risco de Acidentes			■ ■
IMP 37	Atração de Investimentos Econômicos			■ ■ ■

Figura 2.2 – Matriz 2 de Impactos Ambientais (Fonte: EIA/RIMA LT 500 kV Manaus – Boa Vista e Subestações Associadas)

### 2.2.3. Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil

O modelo Brasileiro estabelecido para os estudos de qualidade e impactos ambientais foi influenciado, principalmente, pelos modelos de Estados Unidos da América e França, segundo Carvalho (2005).

O crescimento da conscientização quanto a problemas de degradação ambiental e seus reflexos no meio social começou a ser mais evidente nos EUA na década de 60. Essa área de preocupação passou a exigir que a análise de empreendimentos fosse feita baseada não apenas em critérios técnicos e econômicos, mas, também, no âmbito socioambiental. Tal fato levou à busca por adaptações nos modelos aplicados até então, para que fosse possível uma grande consideração dos fatores ambientais durante avaliações e tomadas de decisão. Com isso, foi aprovado pelo Congresso Americano o *National Environmental Policy Act* (NEPA), que determinava que os objetivos, princípios, atividades e empreendimentos de responsabilidade do Governo Federal deveriam incluir a Avaliação de Impacto Ambiental quando houvesse interferência significativa na qualidade do meio ambiente (Carvalho, 2005). A partir de 1970, a *National Environmental Policy* passou a ser obrigatória por Lei nos Estados Unidos.

De acordo com Carvalho (2005), esse ato inicial para efetivar as considerações ambientais nas tomadas de decisão generalizou rapidamente o uso da Avaliação de Impacto Ambiental por todo os EUA e por outros países desenvolvidos, chegando inclusive a países em desenvolvimento. Com o aumento da consciência por parte da comunidade científica mundial e por uma parcela da população, instituições, organismos e grandes agências financeiras passaram a adotar sistemas de gestão para introduzir a Avaliação de Impacto Ambiental em seus programas.

A “*Loi relative à la protection de la nature*” introduziu, em 1976 na França, a necessidade de realização de estudos de impacto ambiental de empreendimentos que pudessem afetar o meio ambiente, sendo necessários previamente ao planejamento ou à instalação da obra. O Estudo de Impacto Ambiental e seu relatório são de responsabilidade do empreendedor, ficando, após realização, sob controle e posse do então Ministério do Ambiente e da Qualidade de Vida da França. Dentro do procedimento simplificado, ele deve levar em consideração: análise do estado inicial do sítio; análise dos efeitos sobre o

ambiente; razões da escolha de projeto dentre outras possíveis alternativas; medidas para suprimir, reduzir e compensar os impactos do projeto, segundo Carvalho (2005).

Ainda, segundo Carvalho (2005), no cenário internacional, os impactos podem ser classificados em: benéfico ou hostil; reversível ou irreversível; impacto direto ou indireto; cumulativo; sinérgico (interage com outro para criar novos impactos). Na comunidade europeia, os riscos ambientais são divididos em três categorias: A, B e C. À Categoria A está ligado o empreendimento de alto impacto, com necessidade de medidas mitigatórias para redução dos impactos a níveis aceitáveis. Enquadram-se na segunda Categoria (B) aqueles empreendimentos com médio impacto e/ou significativo potencial de crescimento, o qual requer um *Environmental Impact Assessment* (EIA) ou *Strategic Environmental Assessment* (SEA). Na categoria C, enquadram-se os projetos com baixo impacto e/ou potencial inexistente de ocorrência.

Algumas das principais ferramentas para Análise Ambiental de empreendimentos empregadas internacionalmente, de acordo com Carvalho (2005), são:

*Environmental Impact Assessment* (EIA): a duração de sua execução depende do tamanho do empreendimento, costumando levar em média de 3 a 9 meses. É indicado para projetos nas categorias A e B. Por meio dessa ferramenta, é possível avaliar as interferências potenciais, tanto positivas quanto negativas, que a atividade gerará.

*Strategic Environmental Assessment* (SEA): o empreendimento é primeiramente avaliado para ser enquadrado em categoria A, B ou C. Após a definição de sua categoria, é definido se há a necessidade de se fazer um SEA para a atividade. O SEA avalia os impactos ambientais de políticas, planos e programas.

*Environmental Audit*: a duração de sua execução depende do porte do empreendimento, costumando levar em média de 1 a 5 dias. Ele procura rever o desempenho ambiental da atividade de forma multidisciplinar, sugerindo, em alguns casos, soluções para problemas detectados durante sua execução.

*Green Accounting*: classifica-se como uma espécie de análise custo/benefício que relaciona o custo ambiental ligado ao desenvolvimento de atividades operacionais com o benefício econômico resultante de um bom gerenciamento das interligações empreendimento/meio ambiente.

### **2.3. LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL**

O Estudo de Impacto Ambiental, juntamente com seu respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente, normalmente conhecidos por EIA/RIMA, é realizado visando ao licenciamento ambiental de atividades efetiva ou potencialmente degradadoras do meio ambiente, como é o caso de sistemas de Linha de Transmissão de energia elétrica. De forma simples, um sistema de transmissão de energia elétrica consiste no processo de transporte de energia, por meio de linhas de transmissão, subestações e equipamentos associados com o objetivo de integrar sistema de geração de energia elétrica a outro sistema de transmissão, envolvendo torres, subestações, inclusive distribuidoras; dois ou mais sistemas de transmissão ou de distribuição e suas conexões.

O Relatório de Impacto Ambiental contém as principais características do empreendimento e do processo de planejamento, implantação e operação da Linha de Transmissão; importância da obra; caracterização da região; indicação dos possíveis impactos (com medidas mitigadoras e programas ambientais que serão desenvolvidos) e conclusões sobre os estudos, segundo Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 001/86.

A partir do momento em que as características do empreendimento são definidas, como localização da implantação e porte do sistema, o processo de licenciamento ambiental começa a ser executado para que a obra possa ser efetivada. A Licença Ambiental se apresenta necessária para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio, segundo Art. 3º da Resolução CONAMA 237/97. O licenciamento ambiental possui tradicionalmente, como já salientado, três etapas: Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação, conforme normatizado pelas resoluções do Conama.

Por meio da Lei Complementar nº 140/2011, foram estabelecidas normas acerca de competências para o licenciamento ambiental, na qual ficou definido que licenciamento ambiental é “o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”.

Na etapa de solicitação da Licença Prévia, torna-se necessária, a juízo do órgão licenciador, a apresentação do EIA/RIMA, para que seja possível avaliar se o empreendimento possui relevância social e viabilidade ambiental. De acordo com Siqueira (2011), nessa etapa de LP o empreendedor do projeto deve comprovar a viabilidade ambiental, social e econômica da atividade. De acordo com os fatores constatados devido à implantação da obra, o órgão ambiental responsável define as condições legais para que a atividade seja desenvolvida. Segundo Resolução CONAMA 237/97, cabe ao órgão competente definir quais os estudos ambientais pertinentes ao processo de licenciamento.

O procedimento para a licença prévia servirá como base para todas as outras fases do empreendimento. Por esse motivo, é de extrema importância que este seja realizado de forma criteriosa, elaborando análises, procedimentos, programas de forma mais completa possível, atendendo a critérios de sustentabilidade. Deve-se observar que a Licença Prévia possui grande importância preventiva, uma vez que, ao serem traçados os possíveis danos advindos da obra com antecedência, ações que seriam irreversíveis ou irreparáveis ambientalmente podem ser prevenidas, buscando formas de minimizar ou evitar tais impactos negativos.

As despesas e custos relacionados à realização do estudo de impacto ambiental devem ser de responsabilidade do proponente do projeto, como instituído no Art. 8º da Resolução CONAMA 001/86. A solicitação deve ocorrer na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação. A licença prévia, quando emitida, afere a alternativa locacional e atesta a viabilidade ambiental da atividade ou empreendimento, estabelecendo requisitos básicos e condicionantes que deverão ser atendidos nas fases seguintes do projeto, segundo Resolução CONAMA 237/97, alcançando todo o período de operação.

Segundo TCU e IBAMA (2007), é na fase de Licença Prévia que:

- “- São levantados os impactos ambientais e sociais prováveis do empreendimento;
- São avaliadas a magnitude e a abrangência de tais impactos;
- São formuladas medidas que, uma vez implementadas, serão capazes de eliminar ou atenuar os impactos;
- São ouvidos os órgãos ambientais das esferas competentes;

- São ouvidos órgãos e entidades setoriais, em cuja área de atuação se situa o empreendimento;
- São discutidos com a comunidade, caso haja audiência pública, os impactos ambientais e respectivas medidas mitigadoras e compensatórias; e
- É tomada a decisão a respeito da viabilidade ambiental do empreendimento, levando-se em conta sua localização e seus prováveis impactos, em confronto com as medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais. ”

Uma vez deferida a Licença Prévia, o empreendedor pode solicitar a Licença de Instalação para continuação do processo. Segundo Art. 19º do Decreto 99247/90, que regulamenta, em parte, a Lei 6938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, a Licença de Instalação autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com especificações presentes nos planos, programas e projetos aprovados. As medidas de controles e outras condicionantes devem ser cumpridas para que a obra seja implantada.

Ainda segundo Art. 19º do Decreto 99247/90, a implantação do empreendimento deve estar de acordo com as especificações constantes no Projeto Executivo que, segundo Siqueira (2011), consiste em reestruturar o projeto original a partir de instruções técnicas, de forma a adequar a instalação do empreendimento a questões de proteção ambiental. Nessa fase, o órgão ambiental fará uma verificação da compatibilidade entre o projeto e o meio ambiente afetado, validando, no caso de emissão da Licença de Instalação, a estratégia proposta pelo empreendedor para tratar as questões ambientais da fase de construção. (TCU e IBAMA, 2007).

Segundo TCU e IBAMA (2007), ao emitir a Licença de Instalação, o órgão licenciador terá:

- “- Autorizado o empreendedor a iniciar as obras;
- Concordado com as especificações constantes dos planos, programas e projetos ambientais, seus detalhamentos e respectivos cronogramas de implementação;
- Verificado o atendimento das condicionantes determinadas na Licença Prévia;

- Estabelecido medidas de controle ambiental, com vistas a garantir que a fase de implantação do empreendimento obedecerá aos padrões de qualidade ambiental estabelecidos em lei ou regulamentos;
- Fixado as condicionantes da Licença de Instalação (medidas mitigadoras e/ou compensatórias). ”

O prazo de validade da Licença de Instalação não deve ultrapassar seis anos, devendo ser compatível com o estabelecido pelo cronograma de implantação do empreendimento.

Uma vez que o empreendimento tenha sido instalado, o início da operação também continua condicionado ao processo de licenciamento, a partir da emissão da Licença de Operação, etapa essa que não esgota a atuação do órgão ambiental, ao qual cabem o acompanhamento e a fiscalização do desenvolvimento das atividades e do cumprimento das condicionantes e obrigações do empreendedor.

Para obtenção da licença, primeiramente é realizada uma vistoria que verifica se foi efetivamente cumprido o discriminado nas licenças anteriores. Tal item também apresenta as medidas de controle ambiental e outras condicionantes para a operação do empreendimento, segundo Art. 8 da Resolução CONAMA 237/97. Segundo o Decreto 99.247/90, além de autorizar o início da atividade, a licença de operação também permite o funcionamento dos equipamentos de controle de poluição pertinentes à operação do empreendimento.

Conforme TCU e IBAMA (2007), a Licença de Operação possui três características básicas:

- “- É concedida após a verificação, pelo órgão ambiental, do efetivo cumprimento das condicionantes estabelecidas nas licenças anteriores (prévia e de instalação);
- Contém as medidas de controle ambiental (padrões ambientais) que servirão de limite para o funcionamento do empreendimento ou atividade; e
- Especifica as condicionantes determinadas para a operação do empreendimento, cujo cumprimento é obrigatório, sob pena de suspensão ou cancelamento da operação. ”



Uma vez que o empreendedor obtém a Licença Ambiental e o projeto entra em operação, atividades de controle e programas propostos, assim como as condições estipuladas pelo órgão licenciador referentes ao empreendimento, devem ser observadas, sob pena de suspensão ou cancelamento da respectiva licença ambiental. Além disso, o proponente pode ser responsabilizado administrativa e civilmente por eventuais danos causados devido ao não-cumprimento das condicionantes estabelecidas.

O processo de Licenciamento Ambiental, segundo Art. 4º da Resolução CONAMA 237/97, é competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, órgão executor do Sistema Nacional de Meio Ambiente, SISNAMA, bem como dos chamados OEMAs – Órgãos Estaduais de Meio Ambiente. Mesmo antes da Lei Complementar nº 140/2011, a Resolução CONAMA 237/97 já considerava o papel do órgão ambiental municipal, no licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe fossem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

No entanto, perduravam interpretações conflituosas sobre a competência para licenciamento. Essas questões foram superadas com a promulgação da Lei Complementar nº 140/2011, que definiu e explicitou as competências dos entes federados para o licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos no Brasil.

Apesar de o órgão executor do Licenciamento Ambiental ser o IBAMA, ou os órgãos estaduais ou municipais designados, segundo a Resolução 237/97, em alguns casos, impõe-se necessária a manifestação de outros órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, que possam estar envolvidos, de alguma forma, no procedimento de licenciamento. Essa participação, **no âmbito federal**, está regulamentada pela Portaria Interministerial nº 60, de 2015, que “estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA”.

A Portaria Interministerial 60/2015 regulamenta a atuação da Fundação Nacional do Índio – FUNAI, da Fundação Cultural Palmares – FCP, do Instituto do Patrimônio

Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e do Ministério da Saúde, que devem apresentar parecer, quando necessário, durante processo de licenciamento ambiental de competência federal, estando a cargo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA. Sendo assim, o IBAMA, no início do procedimento de licenciamento ambiental, deve solicitar ao proponente informações sobre possíveis interferências durante alguma etapa do empreendimento em terras indígenas ou quilombolas, em bens culturais acautelados e em áreas ou regiões de risco ou endêmicas para malária, por exemplo. Nos casos em que o empreendimento venha a impactar Unidades de Conservação federais, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio também deve ser consultado. As informações referentes à intervenção do empreendimento nos casos citados acima deverão constar no Termo de Referência – TR.

O Termo de Referência, segundo a Portaria Interministerial 60, de 2015, deve ser elaborado pelo IBAMA, estabelecendo o conteúdo necessário dos estudos que deve ser apresentado no processo de licenciamento ambiental, contemplando também, os conteúdos apontados pelos Termos de Referência Específicos – TREs, termos estes elaborados pelos órgãos intervenientes do processo de Licenciamento. Deve ser dada atenção especial aos aspectos locacionais e de traçado do empreendimento, além do enfoque às medidas para mitigação e controle dos impactos a serem considerados quando da emissão das licenças.

#### **2.4.SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA**

Segundo Mocelin (2004), o Estado assumiu a implantação da infraestrutura necessária ao desenvolvimento industrial do país, particularmente do setor elétrico, na década de 1950. Na década de 1990, se iniciou uma reestruturação do setor, levando à privatização das estatais, em busca de recursos financeiros para o setor elétrico, transferindo ao setor privado a tarefa de promover a expansão da capacidade instalada no país, por meio dos investimentos necessários. A tabela 2.1 mostra as mudanças ocorridas no modelo do setor elétrico brasileiro ao longo do tempo.

Tabela 2.1 – Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro (fonte: adaptado de [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br))

<b>MODELO ANTIGO (ATÉ 1995)</b>	<b>MODELO DE LIVRE MERCADO (1995 A 2003)</b>	<b>NOVO MODELO (2004)</b>
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação.
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação : 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as Distribuidoras.

Segundo Palhano *apud* Pires (2005), o manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos de 1986 e o Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico (PDMA) de 1990, podem ser considerados como principais marcos do setor elétrico brasileiro na questão ambiental. O objetivo principal do Manual de Estudos de Efeitos

Ambientais era fornecer as orientações gerais relacionadas aos estudos dos aspectos ambientais dos sistemas de energia, buscando abranger as fases de planejamento e operação. Já o Plano Diretor de Meio Ambiente tinha como principal objetivo definir os princípios básicos e diretrizes que apresentassem a postura geral do Setor Elétrico quanto a questões no âmbito socioambiental, abrangendo as etapas de planejamento, implantação e operação. Os princípios passaram a ser definidos de forma compatível com as diretrizes e instrumentos preconizados na Política Nacional do Meio Ambiente, reformulações e legislação complementar. Uma importante premissa básica do PDMA seria a de promover processo que assegurasse a adesão e o comprometimento do corpo técnico e gerencial das empresas concessionárias com as ações relacionadas à conservação e recuperação do meio ambiente, sendo equacionadas juntamente com as questões sociais ligadas ao empreendimento.

O novo marco regulatório do setor elétrico foi definido em 2004 pela Lei 10.848 que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, estabelecendo regras que possibilitem uma efetiva garantia do suprimento para o mercado e a expansão das atividades do setor – geração, transmissão e distribuição. O interesse na expansão das atividades está ligado à busca por segurança no setor e à universalização do acesso e do uso dos serviços, segundo o ONS. Outro benefício advindo da expansão do setor é a modicidade tarifária a curto, médio e longo prazos.

O Decreto 5.081/2004, que regulamento o novo marco regulatório, especifica as providências básicas para que seja possível alcançar o proposto pela Lei 10.848/2004, sendo as principais metas a serem implantadas:

- “Promover a modicidade tarifária;
- Garantir a segurança do suprimento;
- Criar um marco regulatório estável.”

Segundo o ONS, para implementação de tais metas, foram detalhadas regras de comercialização de energia elétrica:

- “- O principal instrumento para modicidade tarifária é o leilão para contratação de energia pelas distribuidoras, com o critério de menor tarifa;
- Por sua vez, a segurança de suprimento é baseada nos seguintes princípios:  
Garantir a segurança do suprimento;

Criar um marco regulatório estável.

- A construção eficiente de novos empreendimentos é viabilizada por meio das seguintes medidas:

Leilões específicos para contratação de novos empreendimentos de geração de energia;

Celebração de contratos bilaterais de longo prazo entre as distribuidoras e os vencedores dos leilões, com garantia de repasse, dos custos de aquisição da energia às tarifas dos consumidores finais;

Licença ambiental prévia de empreendimentos hidrelétricos candidatos.”

Tais medidas se apresentam como tentativa de redução dos riscos do investidor, de forma a possibilitar taxas atrativas no financiamento do projeto, proporcionando benefícios também ao consumidor.

#### **2.4.1. Leilões Do Setor Elétrico Brasileiro**

Os leilões para geração e transmissão de energia fazem parte da legislação do Setor Elétrico Brasileiro, introduzida pela Lei nº 10.848 de 2004. Por meio dos leilões, é possível promover concorrência entre os agentes do setor, resultando em redução de custos e prazos para a construção de novas instalações de geração e transmissão de energia.

O marco regulatório introduzido pela Lei 10.848/2004 regulamenta a expansão do Sistema Interligado Nacional e a comercialização de energia elétrica. A Figura 2.3 apresenta o conjunto de leilões do setor elétrico regulamentados pela lei supracitada.

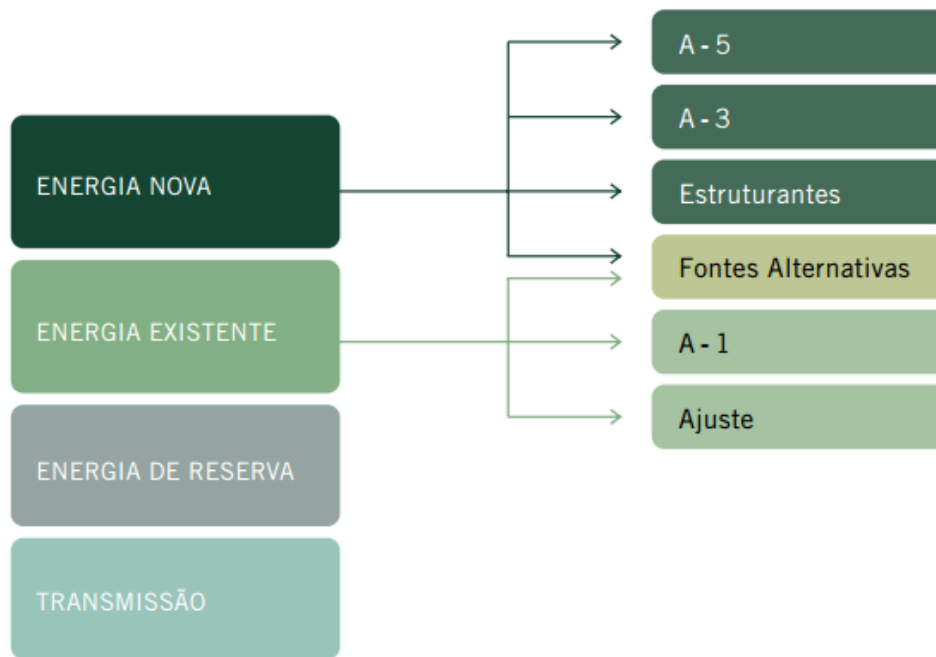


Figura 2.3 – Tipos de Leilões do Setor Elétrico Brasileiro (fonte: [www.acendebrasil.com.br](http://www.acendebrasil.com.br))

Segundo o Instituto Acende Brasil (2012), os Leilões de Energia Nova promovem a expansão do parque gerador, uma vez que são leilões de compra de energia de novos empreendimentos de geração, atendendo a crescimentos na demanda de energia. Os empreendedores concorrem pela instalação e operação de usinas de geração, sendo então uma concorrência pelo mercado futuro de energia, e assumindo riscos ligados ao desempenho e operação das usinas. Já os Leilões de Energia Existente se dão pela recontratação de energia de empreendimento de geração que já estão em operação, proporcionando maior flexibilidade contratual aos distribuidores para conseguirem gerenciar o risco de mercado que correm. Os Leilões de Energia de Reserva são realizados para proporcionar uma “reserva de capacidade” através da contratação de novos empreendimentos de geração, aumentando a segurança no fornecimento de energia elétrica.

Os Leilões de Transmissão de Energia são realizados para promover a expansão das redes de transmissão que compõem a Rede Básica do SIN – Sistema Interligado Nacional. Atualmente, nos Leilões de Transmissão são incorporadas outras instalações que se

entende serem importantes para o bom funcionamento da Rede Básica. Ainda, de acordo com o Instituto Acende Brasil (2012), são chamadas “Demais Instalações de Transmissão – DITs”, e incluem:

- “- Instalações de transmissão de uso exclusivo ou compartilhado de centrais geradoras;
- Instalações de transmissão de uso exclusivo de consumidores livres;
- Interligações Internacionais de uso exclusivo;
- Linhas de transmissão, barramentos, transformadores e equipamentos de subestação em tensões inferiores a 230 kV que sejam localizadas na ‘fronteira’ entre as linhas de transmissão e as redes de distribuição que sejam de interesse sistêmico.”

Os leilões de concessões de instalações de transmissão da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional são realizados pela ANEEL, onde pessoas jurídicas, nacionais ou estrangeiras, e fundos de investimento em participação, isoladamente ou em consórcio, podem participar da disputa.

Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, os leilões foram instituídos com o objetivo de alcançar a modicidade tarifária, funcionando como instrumento de compra de energia elétrica pelas distribuidoras no ambiente regulado. A comercialização utiliza o critério de menor tarifa, visando a reduzir o custo de aquisição da energia elétrica que é repassada aos consumidores.

Ainda conforme a CCEE, o modelo atual exige:

- “- Contratação de totalidade da demanda por parte das distribuidoras e dos consumidores livres;
- Nova metodologia de cálculo do lastro para venda de geração;
- Contratação de usinas hidrelétricas e termelétricas em proporções que assegurem melhor equilíbrio entre garantia e custo de suprimento;
- Monitoramento permanente da segurança de suprimento.”

## 2.4.2. Sistema de Transmissão de Energia

Uma vez caracterizado, em linhas gerais, o Setor Elétrico Brasileiro, julga-se necessária a conceituação da estrutura de um Sistema de Transmissão de Energia, com suas torres, faixas e linhas de transmissão.

### Tipos de Torres

Em projetos de Linha de Transmissão de Energia, é necessária a determinação do tipo de torre que será utilizada em cada local. A escolha da torre varia de acordo com a área onde será implantada. Fatores geomorfológicos, topográficos, assim como as características, tanto da região quanto do local específico de implantação, têm grande influência sobre tal escolha.

Os principais tipos de torres utilizadas atualmente nos empreendimentos brasileiros são as estaiadas e as autoportantes. Segundo Zampiron (2008, *apud* Pinto *et al*, 2013), as estruturas estaiadas são compostas por um mastro central geralmente formado por treliça, contido por estais em vários níveis. Os esforços horizontais são absorvidos pelos tirantes e resultam em componentes transmitidas ao solo.

As torres do tipo estaiada devem ser instaladas em terrenos com topografia regular e apresentam a desvantagem de necessitarem de áreas maiores para a faixa de servidão dos tirantes. Porém, a perfuração necessária para fixação dos estaios é significativamente menor que a necessária para fixação das torres autoportante. Os estaios servem como âncora para a sustentação da torre, que apresenta uma estrutura menos densa. É possível visualizá-las na figura 2.4.

As torres do tipo autoportante podem ser instaladas em terrenos mais irregulares que os adequados para as estaiadas. Sua vantagem com relação a elas é a necessidade de uma área menor para instalação, além de menores custos de manutenção. Elas costumam ser utilizadas entre baixas e médias alturas, até 120 m. Como desvantagem, apresentam custo de fabricação maior (Abdalla *apud* Pinto *et al*, 2013), além de necessitarem de perfurações mais profundas para instalação das torres, devido ao fato de serem formadas



por apenas um mastro, de treliça ou tubular, que precisa resistir a todos os carregamentos. Elas estão representadas na figura 2.5.



Figura 2.4 – Exemplos de Torres Estaiadas (Fonte: sítio da Eletrobrás)



Figura 2.5 – Exemplos de Torres Autoportantes

### **Faixas e linhas de transmissão**

Na implantação de Linhas de Transmissão de Energia, é necessária a abertura de faixas e áreas de torre ao longo do traçado definido para a LT, para que possam ser instaladas as estruturas.

A Faixa de Serviço é utilizada para atividades de implantação, operação e manutenção da Linha de Transmissão. Nessa faixa, é necessária a supressão total da vegetação. A largura adotada deve ser suficiente para o trânsito de veículos, transporte de materiais e lançamento de cabos condutores e pilotos (Ecology and Environment do Brasil, 2014).

A Faixa de Segurança é destinada à segurança elétrica da LT. Ela pode ser de domínio ou de servidão. Segundo Souza (2012), a faixa é de domínio quando o proprietário/concessionário da linha adquire a área de terra que é atravessada pela LT. Enquanto que a faixa é de servidão no caso de a área atravessada pela LT continuar sendo do dono da área da terra, não ocorrendo a aquisição por parte do proprietário da linha. Nesse caso, são impostas restrições ao uso e ocupação do solo ao dono, que pode/deve ser indenizado de acordo com a restrição. O principal critério que define se a faixa será de domínio ou de servidão é o nível de tensão da linha de transmissão e o sistema de conexão. Nos casos das LTs conectadas ao Sistema Interligado Nacional - SIN e com tensão igual ou maior que 230 kV, são estabelecidas **faixas de servidão**.

### **2.4.3. Sistema Interligado Nacional – SIN**

É sabido que o Brasil possui grande potencial hidrelétrico. Atualmente, cerca de 75 a 80% da energia elétrica produzida no País provêm de usinas hidrelétricas. A tendência é que a construção de novos empreendimentos seja feita onde a vazão e o gradiente dos rios possam ser mais bem aproveitados. O que ocorre é que, muitas vezes, essa energia é gerada longe dos centros consumidores. Condicionado por essa característica, foi criado o Sistema Interligado Nacional - SIN, que consegue transportar energia dos diferentes sistemas produtores até os mais distintos centros consumidores, de acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS.

Segundo o ONS, o SIN é um sistema de geração e transmissão de energia elétrica que tem como parcela predominante as usinas hidrelétricas brasileiras. Ele é composto por uma grande rede de linhas de transmissão, somando mais de 107 mil quilômetros de extensão.

O SIN é constituído por empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e de parte da região Norte. Cerca de 98,3% da energia elétrica requerida pelo País circulam pelo SIN. Atualmente, o único estado que se encontra integralmente não-atendido pelo Sistema Interligado Nacional é o estado de Roraima.

O Sistema possibilita o intercâmbio das energias geradas entre os subsistemas interligados, conseguindo sanar em grande parte os déficits na geração devido a questões de sazonalidade dos rios durante os meses do ano, visando à otimização da operação. A interligação das usinas hidrelétricas consegue conciliar os regimes hidrológicos das diversas bacias hidrográficas, o que auxilia na regularização do atendimento da demanda nas áreas que abrange (Ecology and Environment do Brasil, 2014).

O SIN é composto pelos ativos de conexão das usinas e os que são necessários às interligações internacionais, e também abriga mais de 95% da produção de energia elétrica nacional, sendo de fontes internas ou de importações, de acordo com ONS. Nesse último caso, a energia é principalmente do Paraguai, devido ao rendimento energético compartilhado da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

Com a instalação desse Sistema, tornou-se possível a troca de energia elétrica entre as regiões do país. Tal empreendimento é de extrema importância para o Brasil, devido ao fato de que o país apresenta uma extensa quantidade de usinas hidrelétricas, localizadas em regiões com diferentes regimes hidrológicos. A integração possibilita que um reservatório com nível mais alto forneça energia elétrica para o sistema, compensando um outro que esteja mais vazio. Essa possibilidade de troca ocorre devido a uma operação coordenada e integrada do SIN com a ANEEL, que atua como fiscalizador e regulador, e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que atua como operador do sistema.

Além da energia elétrica advinda de hidrelétricas, outra fonte na matriz energética brasileira é a de termelétricas. As termelétricas conferem segurança ao sistema, do ponto de vista da garantia do equilíbrio entre oferta e demanda. A base é hidrelétrica, mas precisa haver energia térmica, assim como de outras fontes. Elas são mais implantadas em regiões que possuem um fraco rendimento hidroelétrico, sendo também acionadas em casos de aumentos abruptos de demanda para complementar o abastecimento (Ecology and

Environment do Brasil, 2014). Elas são necessárias, também, em períodos de estiagem no Centro-Sul do País, como vem ocorrendo nesse período de 2013-2015.

Os sistemas que não estão ligados ao SIN são considerados sistemas isolados. Eles costumam apresentar custos de geração superiores ao SIN, devido, principalmente, ao fato de utilizarem energias de fontes como óleo diesel e óleo combustível, assim como termelétricas movidas a biomassa. Há, também, fatores associados à logística envolvida na produção e no fornecimento da energia, relacionada às dificuldades de acesso, transporte e de suprimento. Eles são chamados de Sistemas Isolados devido ao fato de não terem a capacidade de permitir a troca de energia com outras regiões, principalmente em razão das características geográficas da região onde estão instaladas. Como salientado, o único Estado que não possui nenhum sistema ligado ao SIN é Roraima, sendo que, um dos principais motivos para tal é a necessidade de se cruzar a Floresta Amazônica para conseguir integrar Roraima ao Sistema Interligado Nacional, segundo a Ecology and Environment do Brasil (2014). A Figura 2.6 apresenta mapa esquemático de abrangência do SIN, com projeções para um futuro próximo.

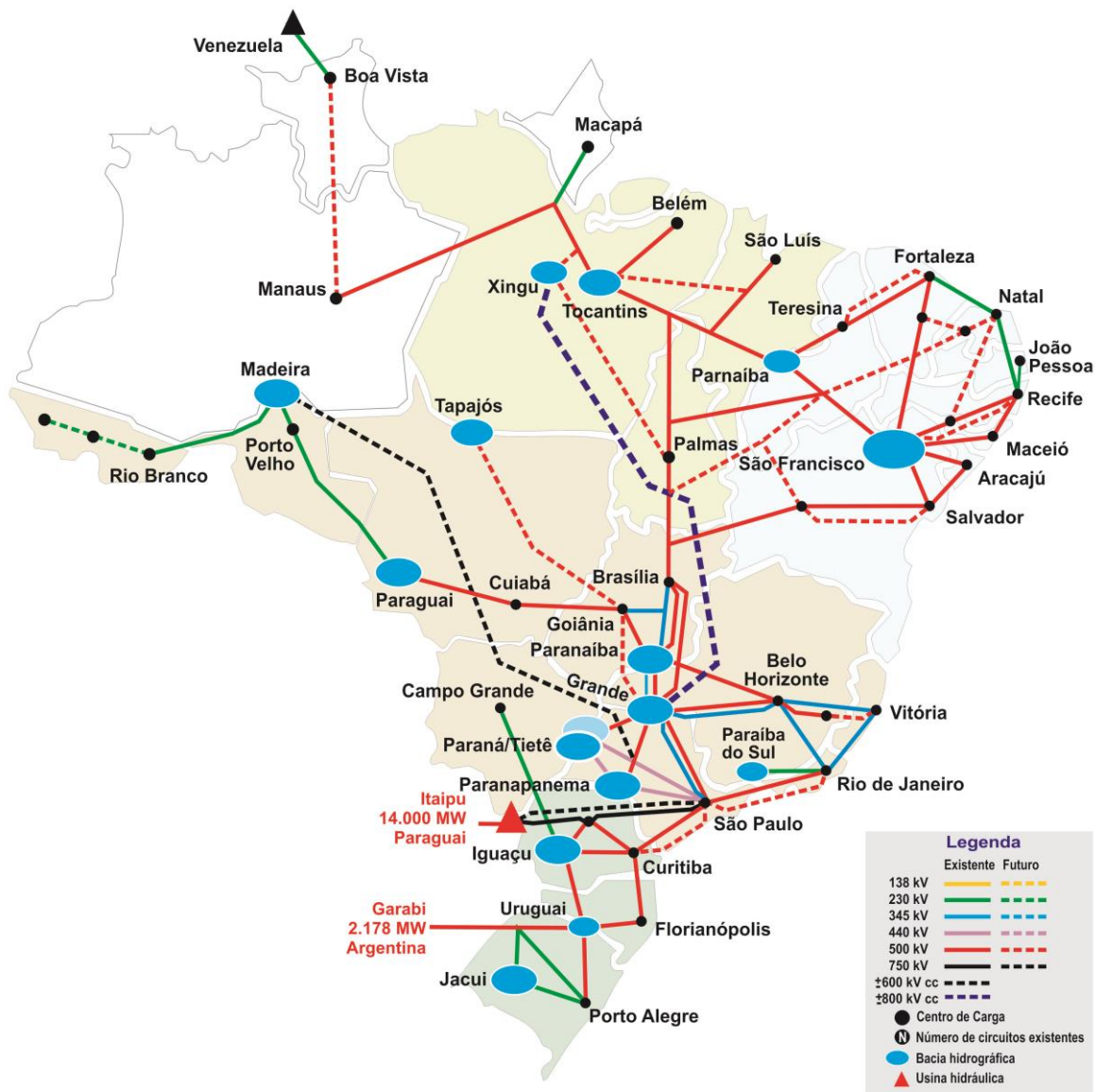


Figura 2.6 – Mapa de Abrangência do Sistema Interligado Nacional (Fonte: sítio da ONS)

#### 2.4.4. Especificidades do Licenciamento de Linhas de Transmissão

No Brasil, as usinas de energia elétrica, notadamente as hidrelétricas, principal fonte da matriz energética do País, historicamente têm sido construídas longe dos centros consumidores (cidades, indústrias, etc.), o que exige, em razão das dimensões continentais, uma infraestrutura robusta de transporte para que a eletricidade produzida vença longas distâncias, por meio de um complexo sistema de transmissão, segundo Eletrobrás.

De acordo com a Eletrobrás, após sair dos geradores, a eletricidade passa a ser transportada através de uma rede de transmissão, entendida como o conjunto de cabos

aéreos revestidos por camadas isolantes que são fixados em grandes torres de metal. A estrutura também apresenta isolantes de vidro ou porcelana, que além de sustentar os cabos, impedem descargas elétricas durante o trajeto.

Ao passar pelas Subestações, a energia pode ter sua tensão elétrica aumentada ou diminuída por transformadores. Inicialmente ao percurso, os transformadores elevam a tensão da energia para que sejam evitadas perdas excessivas de energia. A tensão elétrica é então diminuída ao chegar perto dos centros consumidores, para que a energia seja distribuída a casas, estabelecimentos, empresas e indústrias.

A partir desse ponto, as redes são chamadas de “distribuição” e não mais de “transmissão”, podendo ser aéreas ou subterrâneas, e têm a função de distribuir a energia aos consumidores, de acordo com a Eletrobrás.

De sua feita, acerca da disciplina do processo de licenciamento ambiental de linhas de transmissão no âmbito federal, que é de responsabilidade do IBAMA, a Portaria nº 421, de 2011 dispõe sobre o licenciamento e a regularização ambiental federal.

Segundo o Art. 3º deste ato normativo, o Licenciamento Ambiental Federal dos sistemas de transmissão de energia elétrica poderá ocorrer das seguintes formas:

- I - pelo procedimento simplificado, com base no Relatório Ambiental Simplificado - RAS; ou
- II - pelo procedimento ordinário, com base no Relatório de Avaliação Ambiental - RAA; ou por meio de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, conforme o grau de impacto do empreendimento.

Além disso, tal licenciamento deve compreender, segundo Art. 4º da Portaria mencionada, as seguintes etapas:

- I - encaminhamento por parte do empreendedor de:
  - a) Ficha de Caracterização da Atividade - FCA; e
  - b) Declaração de enquadramento do empreendimento como de pequeno potencial de impacto ambiental, quando couber;

- II - emissão do Termo de Referência pelo IBAMA, garantida a participação do empreendedor quando, por este solicitada;
- III - requerimento de licenciamento ambiental federal, pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais;
- IV - análise pelo IBAMA dos documentos, projetos e estudos ambientais;
- V - realização de vistorias, em qualquer das etapas do procedimento de licenciamento, pelo IBAMA;
- VI - realização de reunião técnica informativa ou audiência pública, conforme estabelecido para cada procedimento de licenciamento ambiental federal;
- VII - emissão de parecer técnico conclusivo; e
- VIII - deferimento ou indeferimento do pedido de licença.

Para que seja melhor visualizada a relação entre o Setor Elétrico e o Órgão Ambiental, a seguir é apresentado um esquema das etapas do Licenciamento Ambiental ao longo do projeto de engenharia do Empreendimento, por meio da figura 2.3.

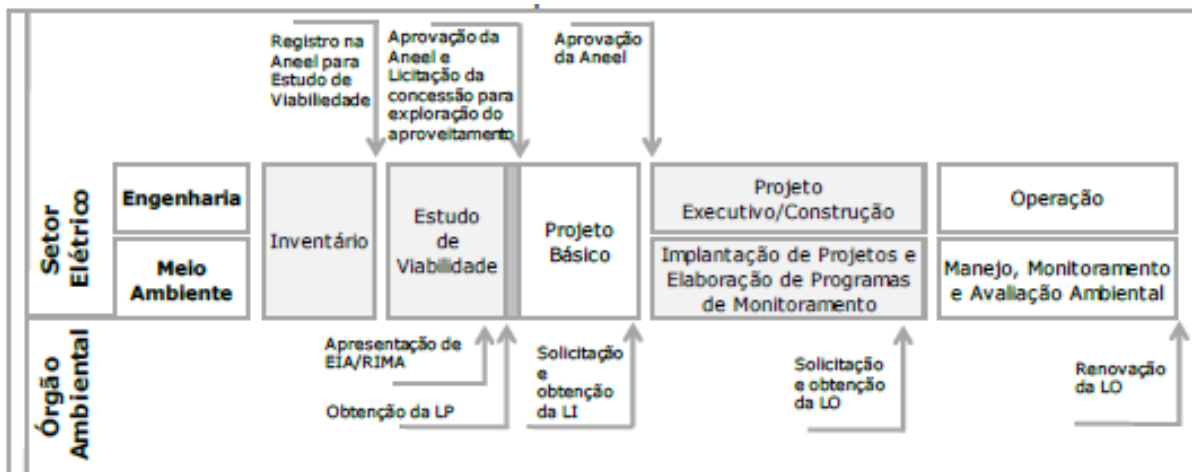


Figura 2.7 - Etapas do Licenciamento Ambiental (Fonte: Banco Mundial, 2008)

O que ocorre, por vezes, é uma falta de diálogo entre o Setor Elétrico e o Órgão Ambiental durante o início do processo, de modo que, em alguns casos, os Leilões para concessão de instalação e operação de Linhas de Transmissão ocorrem sem o conhecimento da real viabilidade ambiental do empreendimento de acordo com a visão dos órgãos intervenientes do processo.

Os leilões são realizados com o traçado da LT já definido, sendo disponibilizados os estudos referentes às outras alternativas de traçado apenas para conhecimento. Porém, por vezes, não é realizada uma consulta prévia aos órgãos intervenientes, anterior à definição do traçado que irá a leilão. Tal fato leva a atrasos no processo de Licenciamento Ambiental, uma vez que este é iniciado pelo empreendedor vencedor do leilão.

O objetivo geral deste projeto é, justamente, desenvolver uma ferramenta de avaliação, baseada em métodos multicritérios e em técnicas de geoprocessamento, para mapear áreas e regiões de maior complexidade para passagem de linhas de transmissão de energia, o que poderia auxiliar na avaliação da efetiva viabilidade ambiental do empreendimento e seus reais prazos para instalação e operação.



### 3. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma discussão envolvendo conceitos e fundamentos associados à política nacional de meio ambiente, ao instrumento de avaliação de impacto ambiental, ao processo de licenciamento ambiental no Brasil e à atividade de produção e transmissão de energia elétrica no Brasil. Uma vez apresentada essa discussão, foi possível explicitar o grau de complexidade que pode adquirir o Licenciamento Ambiental de Linhas de Transmissão no âmbito federal.

Para mapear esse grau de complexidade, foram utilizados dados georreferenciados fornecidos por órgãos intervenientes do processo de Licenciamento Ambiental federal, de acordo com a Portaria Interministerial nº 60, de 2015. Esses dados se referem à localização de terras indígenas, comunidades quilombolas, Unidades de Conservação Federais e bens culturais acautelados, assim como de áreas com potencial malarígeno (risco de contração de malária). Esses dados foram obtidos a partir dos sítios oficiais do IBAMA, FUNAI e ICMBio, e a partir de contato direto via telefone e e-mail com o INCRA e a Subsecretaria de Vigilância à Saúde – SVS.

A suposição inicial do trabalho é de que, quanto maior a quantidade de órgãos intervenientes participantes do processo de licenciamento de um empreendimento, maior seu grau de complexidade. Sendo assim, os dados georreferenciados referentes aos empreendimentos foram tratados como “critérios”, em que cada um deles apresenta-se com diferentes alternativas.. A partir da atribuição de pesos as diferentes alternativas, tornou-se possível estabelecer uma ordem de prioridade entre os critérios, que, quando integrada ao geoprocessamento dos dados, forneceu como resultado final, o nível de complexidade de acordo com a quantidade de órgãos envolvidos no processo.

Por se tratar de uma interpretação de complexidade que se repercute no território, o *software* Arcgis 10.3 foi utilizado para o geoprocessamento dos dados, sendo aplicativo essencial para formulação da ferramenta de avaliação proposta no presente projeto. A representação desse nível de complexidade pode se dar mediante a adoção de um gradiente de cores em mapas, o que levaria a uma rápida identificação dos trechos de maior complexidade, pela visualização do traçado da linha de transmissão no mapa produzido. O

diagrama a seguir indica as etapas do presente projeto seguidas para que fosse possível alcançar o objetivo proposto.



Figura 3.1 – Diagrama das Etapas do Projeto

### 3.1. AQUISIÇÃO DOS DADOS

Partindo-se do pressuposto de que quanto maior o número de órgãos que precisam emitir não óbice em relação à realização do empreendimento, mais complexo será o processo de Licenciamento Ambiental, tomou-se por base a Portaria Interministerial nº 60 de 2015 para determinação dos dados necessários ao presente projeto. Foram adquiridos

dados referentes a casos que necessitam de pareceres de órgãos intervenientes, especificamente:

- Localização de Terras Indígenas
- Localização de Comunidades Quilombolas
- Localização de Unidades de Conservação Federais
- Potencial Malarígeno por região (risco de contração de Malária)
- Dados quantitativos de Bens Culturais Acautelados por região do país

Levando em consideração o fato de que o presente projeto tomou por base o normativo brasileiro para seu desenvolvimento, buscou-se adquirir as informações necessárias através de fontes oficiais do governo, como meio de criar uma ferramenta condizente com a base de dados que o governo brasileiro atualmente possui.

### **3.1.1. Terras Indígenas**

Os dados referentes às Terras Indígenas Brasileiras encontram-se de fácil acesso no sítio oficial da FUNAI, dispostos tanto de forma quantitativa quanto espacial. Ao acessar o sítio oficial do IBAMA, é possível encontrar as mesmas informações a respeito das TI's, não havendo contradição entre os dados das duas fontes e estando os mesmos atualizados (fev/2015).

### **3.1.2. Comunidades Quilombolas**

Para adquirir os dados referentes às Comunidades Quilombolas Brasileiras, primeiramente foi realizado contato via telefone com a Fundação Cultural Palmares, onde foi informado que só seria possível adquirir os dados dispostos de forma espacial entrando em contato com o INCRA.

Através de contato via telefone com o INCRA, foi enviado, via email, o shapefile referente às comunidades quilombolas brasileiras. Porém, o shapefile continha dados de apenas 174 comunidades quilombolas, correspondendo a menos de 10% da quantidade total existente no País (2474 comunidades). Devido a esse valor não ter representatividade, considerou-se que ele não deveria ser utilizado no projeto, por poder gerar alterações no resultado final. Dado este fato, para atribuição dos pesos às diferentes alternativas,

considerou-se a quantidade de comunidades quilombolas por região do País, dado disponível no sítio oficial da Fundação Cultural Palmares, estabelecendo o nível de prioridade de acordo com a porcentagem de cada região. Considerou-se estes serem dados mais válidos por estarem levando em conta todas as comunidades registradas de acordo com dados atualizados (fev/2015)

### **3.1.3. Unidades de Conservação Federais**

A aquisição dos dados de Unidades de Conservação Federais foi realizada através do sítio oficial do ICMBio, onde os dados georreferenciados encontram-se de fácil acesso, apresentando as características inerentes a cada uma das unidades, sendo de fundamental importância para atribuição dos pesos para aplicação do método. Também deve-se considerar que são dados atualizados (fev/2015), possibilitando a criação de uma ferramenta mais condizente com a realidade atual.

### **3.1.4. Potencial Malarígeno**

Inicialmente, os dados referentes ao potencial malarígeno foram buscados através de contato via telefone com a Subsecretaria de Vigilância à Saúde, onde foi informado que os dados referentes ao risco de contração de malária só estavam disponíveis em papel. Acredita-se que atualmente, com a utilização frequente de tecnologia, este tipo de dado, fundamental para desenvolvimento de estudos, deveria estar disponível de forma mais acessível para todos. Então, através do sítio oficial do Ministério da Saúde, foi possível adquirir um mapa de risco de malária por município de infecção, este estando apenas em formato de imagem. Sendo assim, para que fosse possível trabalhar com os dados, foi criado um novo shapefile, onde foram atribuídos os dados da imagem município a município, para que a informação fosse utilizada em sua totalidade.

### **3.1.5. Bens Culturais Acautelados**

A solicitação de dados de bens culturais acautelados dispostos espacialmente foi realizada através de contato via telefone com o IPHAN, onde foi solicitado que fosse enviado um email explicativo para o setor de licenciamento do IPHAN acerca do que estava sendo solicitado. Como resposta foi obtido que, atualmente, o IPHAN não dispõe de

uma base de dados georreferenciada. Porém, o Instituto já encontra-se em processo de construção do Sistema de Conhecimento e Gestão – SICG, objetivando a reunião dos dados georreferenciados e sua disponibilização à sociedade, tendo previsão de início de seu funcionamento para o final de 2015.

Devido a este fato, foi necessário trabalhar com as informações disponíveis: dados quantitativos dos bens culturais acautelados por estado do País no site oficial do IPHAN. Diferentemente do que ocorre com as comunidades quilombolas, que ocupam uma extensão de área considerável, os bens culturais em sua maioria estão localizados pontualmente ou em uma extensão de área bem menos significativa. Levando isso em conta, considerou-se mais sensato, para o caso dos bens culturais acautelados, realizar um cálculo de densidade dos bens de acordo com a região de localização. A técnica consistiu em levantar os dados quantitativos por região do País e então, considerando a área total da superfície de cada uma delas, calcular a densidade de bens por quilômetro quadrado. Sendo assim, os pesos foram atribuídos baseando-se na probabilidade de o empreendimento passar por um Bem Cultural Acautelado, considerando que quanto maior a densidade, maior será a chance de tal fato ocorrer.

### **3.2. GEOPROCESSAMENTO DOS DADOS**

Após aquisição dos dados, para que fosse possível chegar ao resultado final buscado, foi realizado o geoprocessamento dos dados através do Software ArcGis 10.3.

Devido ao fato de terem sido obtidos dados de diferentes fontes, é importante, primeiramente, verificar se todos os dados estão georreferenciados na mesma base. Para o desenvolvimento da ferramenta, foi utilizada como referência espacial a base de dados SIRGAS 2000.

Após a homogeneização dos dados para uma mesma referência espacial, foi criada uma nova coluna na tabela de atributos, associando cada alternativa ao peso atribuído. Após realizada a atribuição dos pesos, foi utilizada a ferramenta *polygon to raster* para transformar todos os arquivos shapefile em formato *raster*. Durante a transformação, selecionou-se a prioridade como sendo o valor dos pesos atribuídos. Sendo assim, cada arquivo raster passou a possuir como informação apenas o atributo do peso relacionado a

cada célula. O formato *raster*, onde as imagens são apresentadas em pixels, permite a realização da operação necessária para o desenvolvimento da ferramenta de interesse deste projeto.

Após transformar todos os shapefiles em *raster*, é importante que se deixe todos eles com a mesma resolução. Uma vez que a operação para obtenção da ferramenta final é realizada pixel a pixel, caso os dados não se apresentem em mesma resolução, podem haver erros na operação, chegando a resultados irreais. Sendo assim, utilizou-se a ferramenta *Resample*, tendo como camada base a camada do potencial malarígeno.

Por fim, através da ferramenta *Raster Calculator*, é realizada uma operação de multiplicação das camadas, onde, como o único dado associado a cada célula é o peso atribuído, a multiplicação é realizada pixel a pixel com os valores dos pesos determinados para cada alternativa.

Realizadas estas etapas, tornou-se possível gerar o mapa final deste projeto, tido como uma ferramenta de auxílio no processo de Licenciamento Ambiental de Linhas de Transmissão, através do mapeamento das complexidades.

## 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1. DADOS OBTIDOS

#### 4.1.1. Terras Indígenas

As Terras Indígenas são porções do território nacional habitadas por um ou mais povos indígenas. A demarcação e regularização fundiária de terras indígenas tradicionalmente ocupadas é de competência do Poder Executivo e ocorre, segundo a FUNAI (Fundação Nacional do Índio), da seguinte forma:

- “- Estudos de identificação e delimitação, a cargo da Funai;
- Contraditório administrativo;
- Declaração dos limites, a cargo do Ministro da Justiça;
- Demarcação física, a cargo da Funai;
- Levantamento fundiário de avaliação de benfeitorias implementadas pelos ocupantes não-índios, a cargo da Funai, realizado em conjunto com o cadastro dos ocupantes não-índios, a cargo do Incra;
- Homologação da demarcação, a cargo da Presidência da República;
- Retirada de ocupantes não-índios, com pagamento de benfeitorias consideradas de boa-fé, a cargo da Funai, e reassentamento dos ocupantes não-índios que atendem ao perfil da reforma, a cargo do Incra;
- Registro das terras indígenas na Secretaria de Patrimônio da União, a cargo da Funai;
- Interdição de áreas para a proteção de povos indígenas isolados, a cargo da Funai.”

A superfície correspondente a áreas indígenas totaliza mais de 113 milhões de hectares atualmente, onde são encontradas 579 terras indígenas regulamentadas, das quais seis (6) são de índios isolados.

A seguir são apresentadas informações sobre terras indígenas regularizadas no país, dispostas na Figura 4.1 e no Gráfico 4.1.

## TERRAS INDÍGENAS BRASILEIRAS

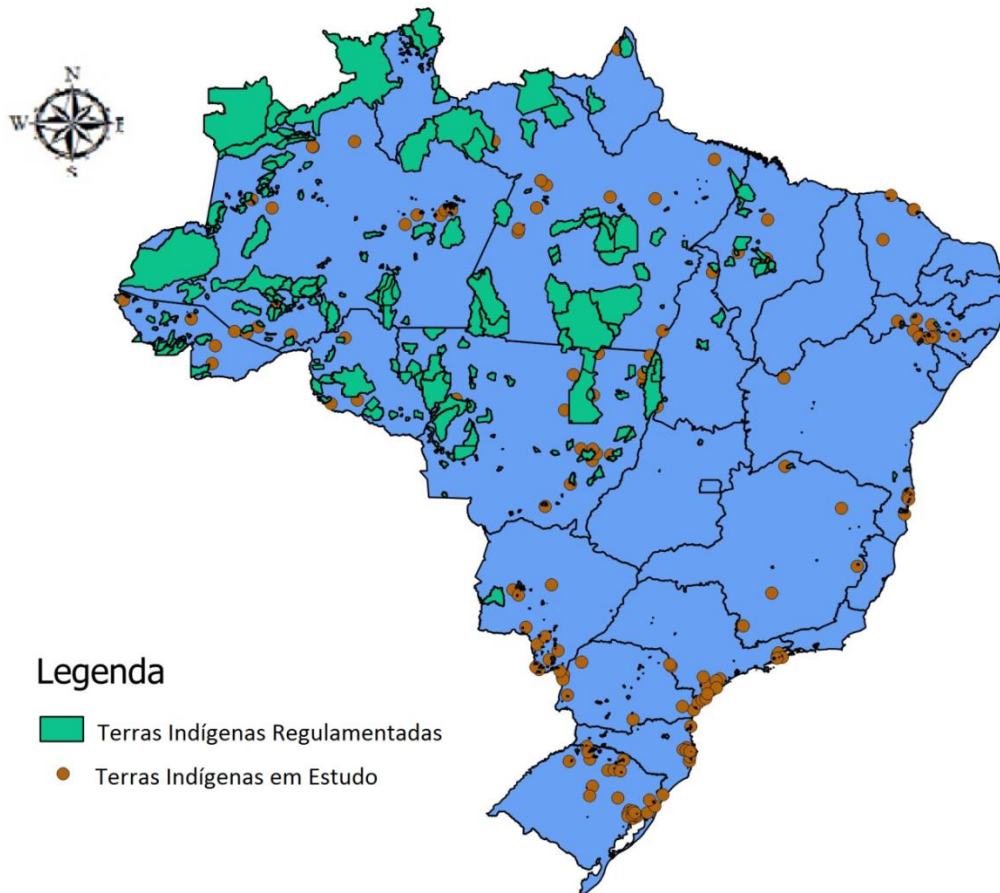


Figura 4.1 – Terras Indígenas Brasileiras (fonte: adaptado de [www.funai.gov.br](http://www.funai.gov.br))

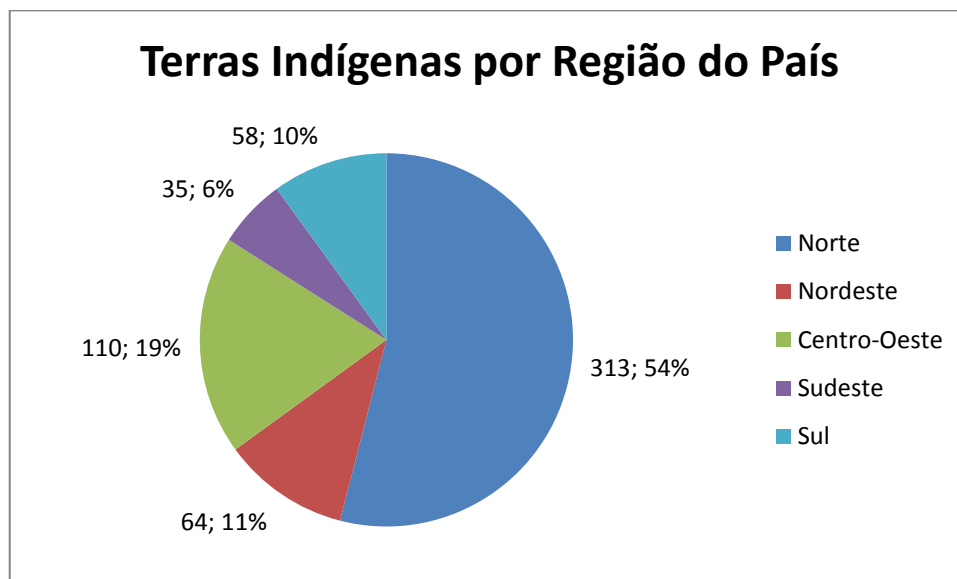


Gráfico 4.1 – Distribuição das Terras Indígenas por Região do Brasil (fonte: [www.funai.gov.br](http://www.funai.gov.br))




#### 4.1.2. Comunidades Quilombolas

Segundo o decreto nº 4.882/2003, “consideram-se remanescentes das comunidades dos quilombos, [...], os grupos étnico-raciais, segundo critérios de autoatribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida”. De posse da Certidão de Registro no Cadastro Geral de Remanescente de Comunidades de Quilombos, emitida pela Fundação Cultural Palmares, as comunidades interessadas iniciam o processo administrativo no INCRA para regularização do território (Figura 4.2).

O estado com mais Comunidades Quilombolas é a Bahia, que conta com 638 comunidades. A Tabela 4.1 e o Gráfico 4.2 apresentam os dados.

Tabela 4.1 – Quantidade de Comunidades Quilombolas por UF (Fonte: [www.palmares.gov.br](http://www.palmares.gov.br))

														
QUADRO GERAL DE COMUNIDADES REMANESCENTES DE QUILOMBOS (CRQs)														
Nº	UF	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Nº CRQs
1	ACRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		0
2	ALAGOAS	0	11	8	3	1	27	14	1	0	0	1	1	67
3	AMAZONAS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2		7
4	AMAPÁ	0	4	7	0	0	2	10	3	0	7	-		33
5	BAHIA	28	59	117	27	34	21	50	96	9	129	46	22	638
6	CEARÁ	2	4	7	2	1	3	7	5	7	4	3		45
7	DISTRITO FEDERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		0
8	ESPIRITO SANTO	5	6	20	0	0	0	2	0	1	0	-		34
9	GOIÁS	1	3	9	3	3	3	1	0	0	3	4		30
10	MARANHÃO	82	42	24	28	42	6	56	53	47	75	35	2	492
11	MINAS GERAIS	9	29	40	11	15	7	27	22	31	24	11		226
12	MATO GROSSO DO SUL	0	11	2	2	1	0	1	3	1	1	-		22
13	MATO GROSSO	0	56	0	5	0	1	2	1	0	1	1		67
14	PARÁ	19	8	34	17	0	0	10	6	14	102	12	5	227
15	PARAÍBA	1	7	14	1	5	3	2	3	0	1	-		37
16	PERNAMBUCO	5	45	10	22	11	3	6	10	2	4	12	1	131
17	PIAUI	2	7	23	2	0	5	8	1	22	1	10	1	82
18	PARANÁ	0	7	25	4	0	0	0	0	0	1	-		37
19	RIO DE JANEIRO	3	5	6	1	2	2	2	5	1	2	3		32
20	RIO GRANDE DO NORTE	2	2	6	5	0	2	4	0	0	1	-		22
21	RONDÔNIA	1	2	3	1	0	0	0	0	0	-	-		7
22	RORAIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-		0
23	RIO GRANDE DO SUL	9	5	13	9	7	7	33	2	5	5	12		107
24	SANTA CATARINA	3	0	1	2	0	3	2	0	0	1	1		13
25	SERGIPE	2	4	8	1	0	0	0	7	3	2	2		29
26	SÃO PAULO	1	15	15	10	6	0	0	1	1	1	1		51
27	TOCANTINS	1	1	13	0	1	5	8	0	0	0	8	1	38
<b>TOTAL POR ANO:</b>		<b>176</b>	<b>333</b>	<b>406</b>	<b>156</b>	<b>129</b>	<b>100</b>	<b>245</b>	<b>219</b>	<b>144</b>	<b>369</b>	<b>164</b>	<b>33</b>	<b>2474</b>
INFORMAÇÕES ATUALIZADAS ATÉ 23/02/2015														

## Etapas da REGULARIZAÇÃO QUILOMBOLA



Figura 4.2 – Etapas da Regularização de Comunidades Quilombolas (fonte: [www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br))

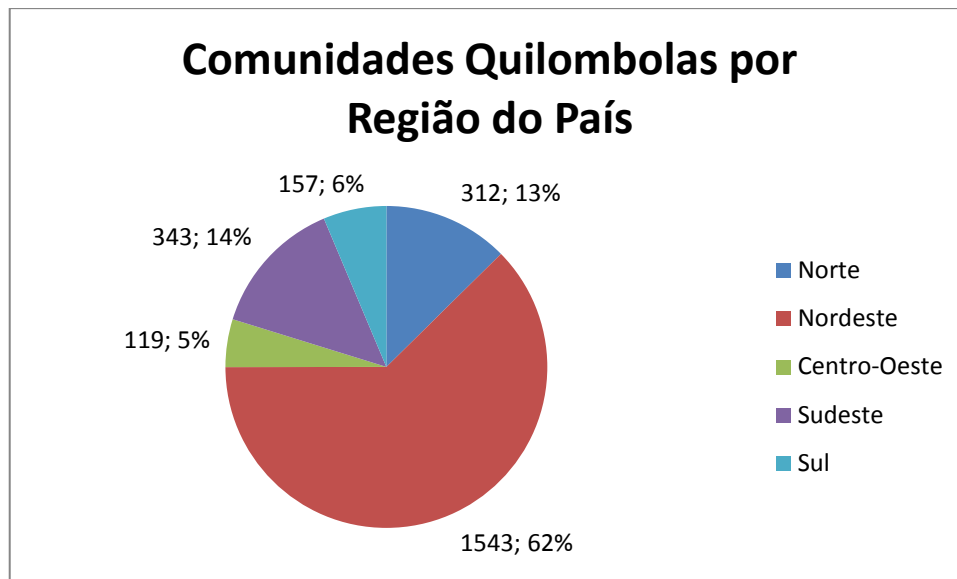


Gráfico 4.2 – Comunidades Quilombolas por Região do Brasil (fonte: adaptado de [www.palmares.gov.br](http://www.palmares.gov.br))

#### 4.1.3. Unidades de Conservação Federais

São 320 Unidades de Conservação Federais geridas pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Essas Unidades se dividem em dois grandes grupos:

- Unidades de Proteção Integral: Unidades de Conservação com objetivo básico de preservar a natureza e mantê-la o quanto possível sem interferência humana;
- Unidades de Uso Sustentável: Unidades de Conservação com objetivo básico de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Os dados a respeito das Unidades de Conservação Federais são apresentados na figura 4.3 e no gráfico 4.3.

## UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS

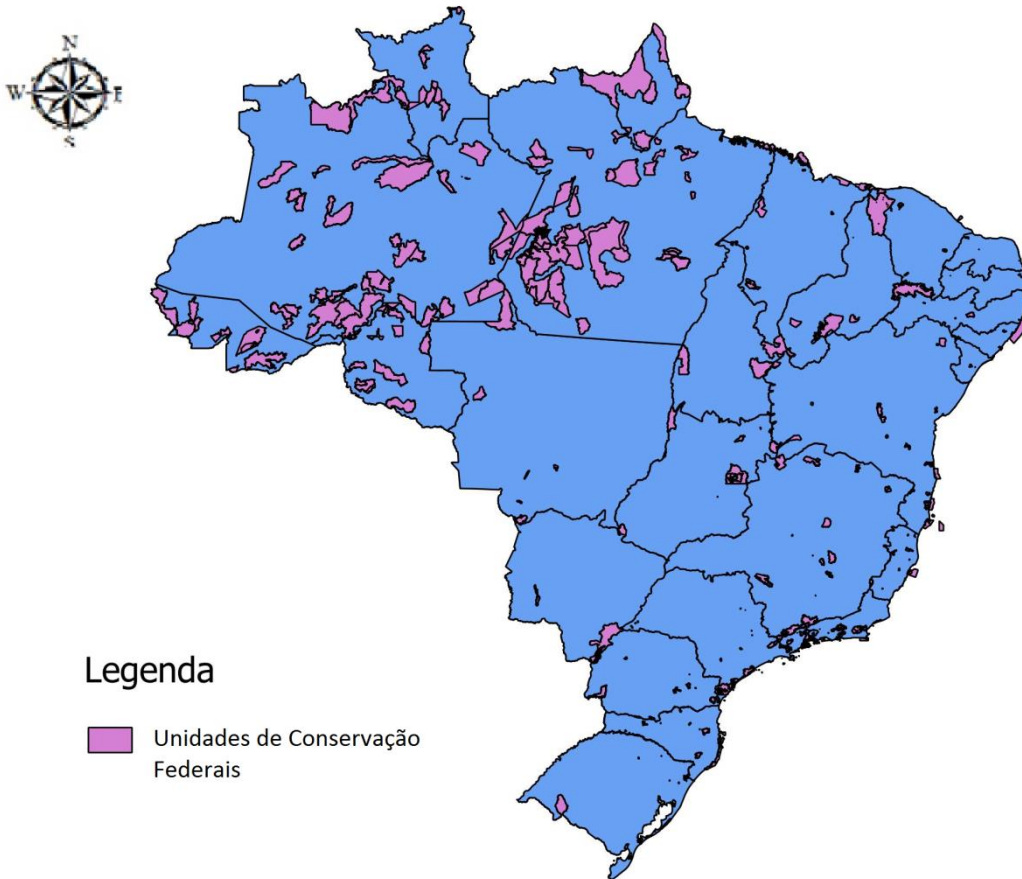


Figura 4.3 – Unidades de Conservação Brasileiras (fonte: adaptado de [www.icmbio.gov.br](http://www.icmbio.gov.br))

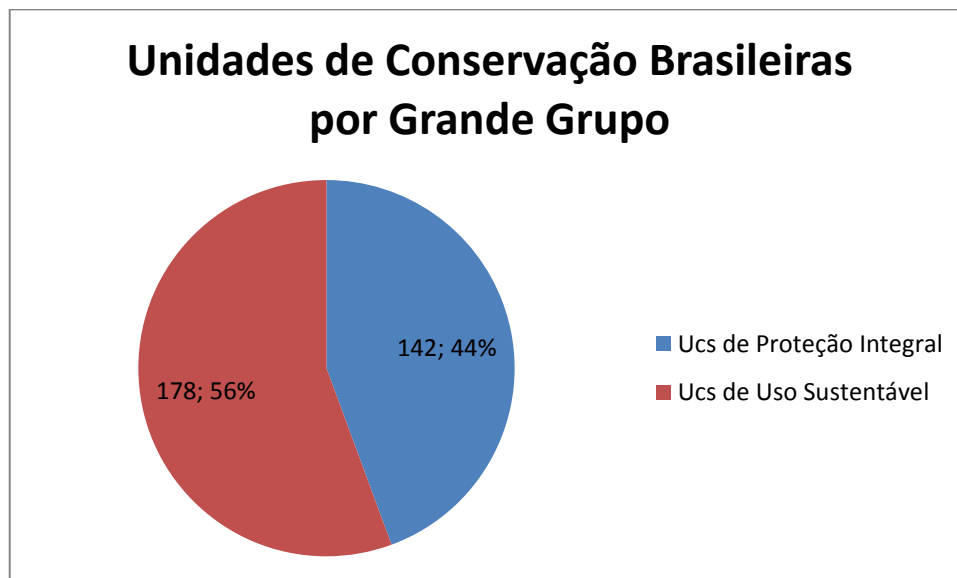


Gráfico 4.3 – Unidades de Conservação Brasileiras por Grande Grupo (fonte: adaptado de [www.icmbio.gov.br](http://www.icmbio.gov.br))

#### 4.1.4. Potencial Malarígeno

De acordo o Ministério da Saúde, a Malária é uma doença causada por protozoários do gênero *Plasmodium* e transmitidos pela fêmea infectada do mosquito *Anopheles* – popularmente chamado de muriçoca, pernilongo, mosquito prego, entre outros. É uma doença infecciosa febril aguda, que, quando diagnosticada cedo, tem cura, possuindo tratamento eficaz, simples e gratuito. Porém, pode evoluir para formas graves, com possibilidade de levar a óbito, quando diagnosticada tardiamente ou não diagnosticada.

A região Amazônica se apresenta como a região com maior risco de contração de malária, devido principalmente ao clima propício e ao caráter endêmico da doença. A representação do risco de contração de malária por área aparece na Figura 4.4.

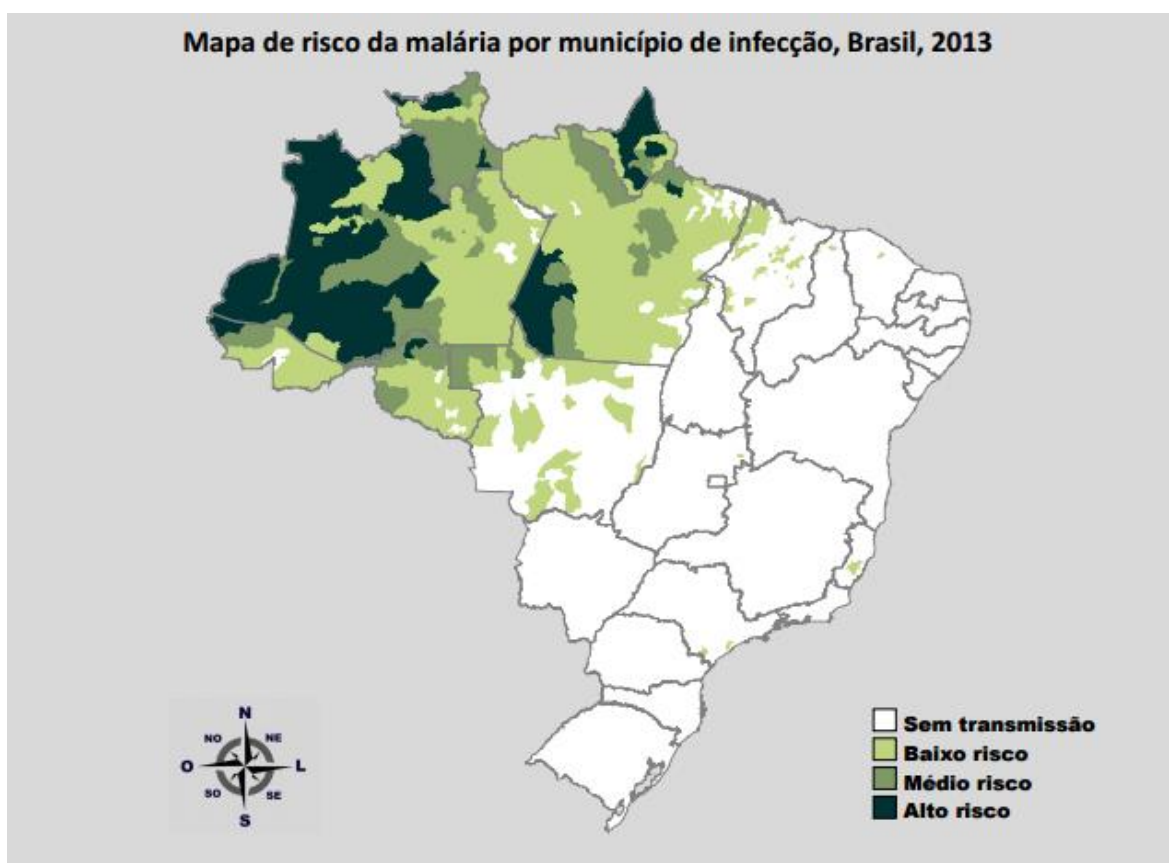


Figura 4.4 – Risco de Malária por Município de Infecção (fonte: [www.portalsaude.saude.gov.br](http://www.portalsaude.saude.gov.br))

#### 4.1.5. Bens Culturais Acautelados

Segundo a Portaria Interministerial nº 60, de 2015, entende-se por Bens Culturais Acautelados em âmbito federal:

- “- Bens culturais protegidos pela Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961;
- Bens tombados nos termos do Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937;
- Bens registrados nos termos do Decreto nº 3.551, de 4 de agosto de 2000;
- Bens valorados nos termos da Lei nº 11.483, de 31 de maio de 2007.”

Os Bens Culturais Acautelados são, basicamente, os Monumentos Arqueológicos e Pré-históricos, os Bens Tombados, os Bens Culturais de Natureza Imaterial e os Bens do Patrimônio Cultural Ferroviário.

A partir de dados quantitativos por Estado do País, obtidos por meio do sítio do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), foram gerados os gráficos 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7, onde o primeiro valor é o valor absoluto e o segundo é a sua porcentagem do total.

Os dados referentes às densidades, cuja utilização foi explicada no tópico Metodologia, encontram-se na tabela 4.2.

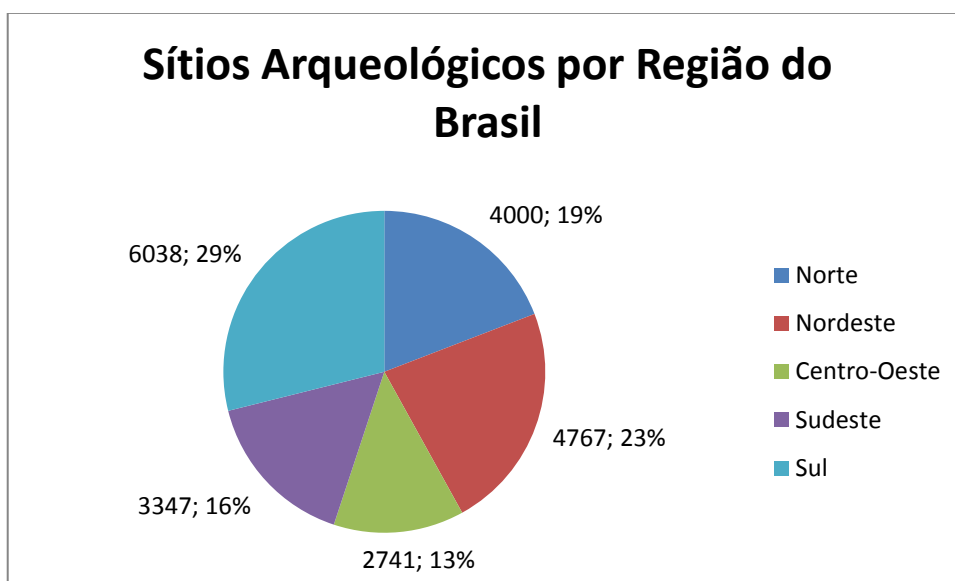


Gráfico 4.4 – Sítios Arqueológicos por Região do Brasil (fonte: adaptado de [www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br))

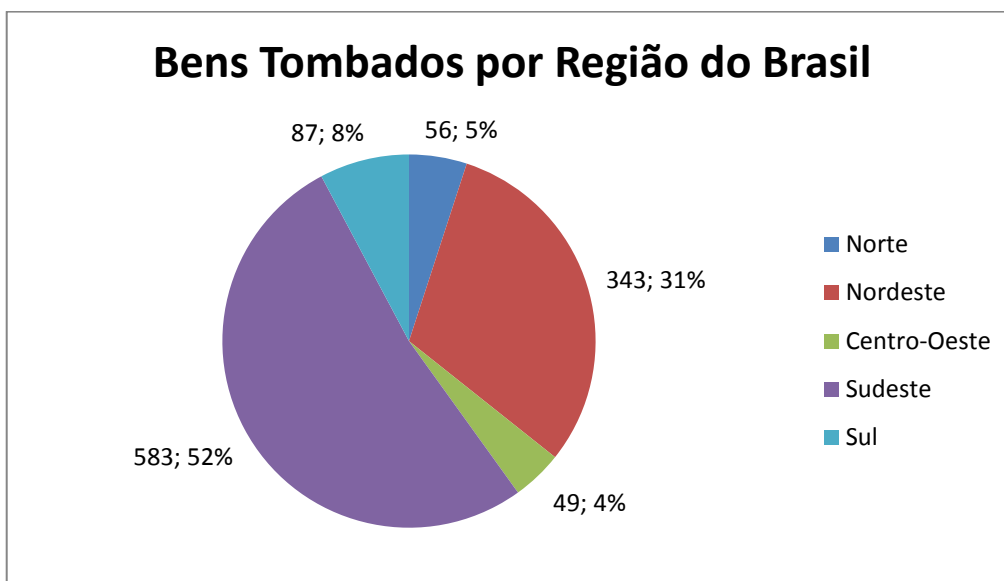


Gráfico 4.5 – Bens Tombados por Região do Brasil (fonte: adaptado de [www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br))

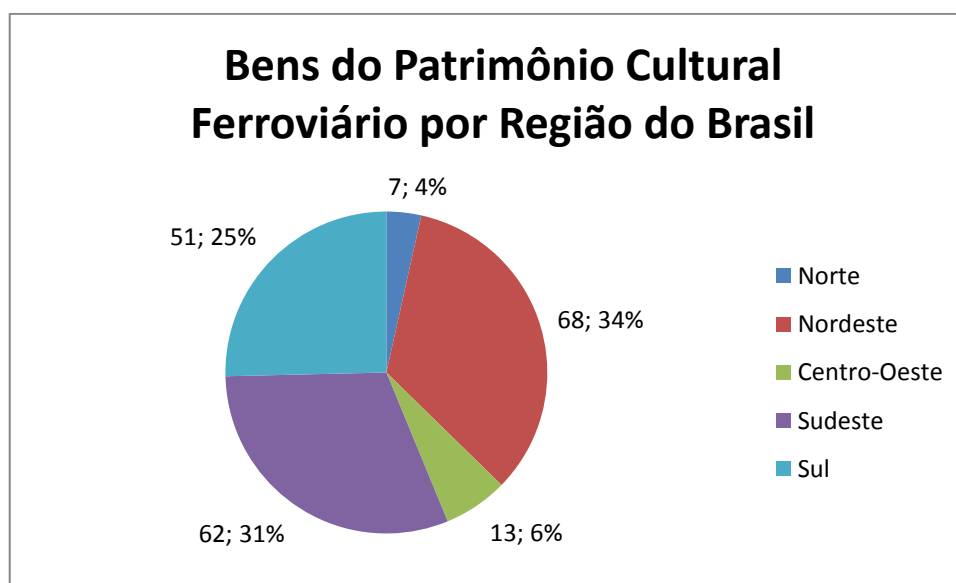


Gráfico 4.6 – Bens do Patrimônio Cultural Ferroviário por Região do Brasil (fonte: adaptado de [www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br))

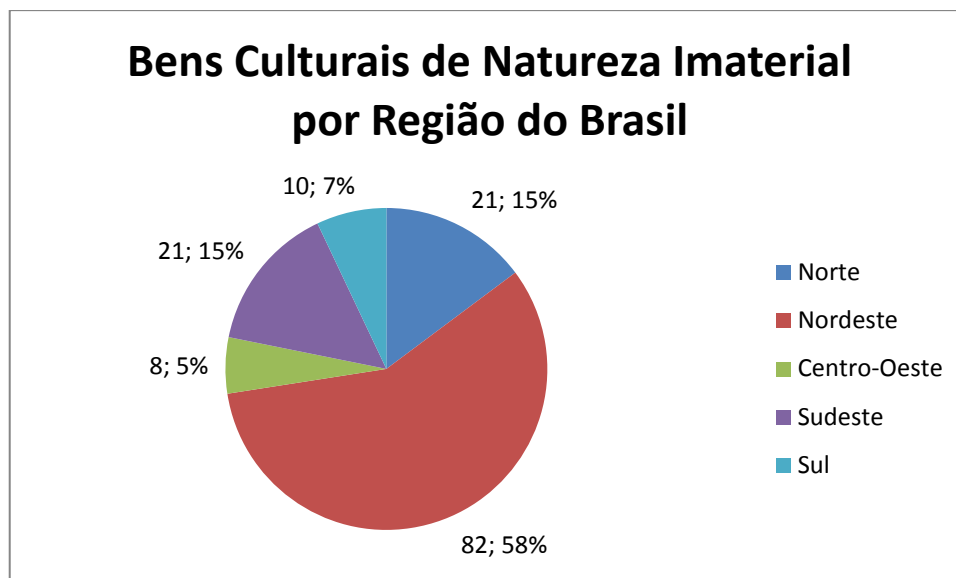


Gráfico 4.7 – Bens Culturais de Natureza Imaterial por Região do Brasil (fonte: adaptado de [www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br))

Pode-se perceber que dentre os Bens Culturais Acautelados, aqueles que apresentam maior influência no cálculo final das densidades são os sítios arqueológicos, devido ao seu quantitativo estar na casa dos milhares, enquanto que os outros bens encontram-se na casa das dezenas/centenas.

Tabela 4.2 – Densidade de bens acautelados por região do país

Região	Densidade (bens culturais acautelados / km <sup>2</sup> )
Norte	0,0010
Nordeste	0,0033
Centro-Oeste	0,0017
Sudeste	0,0043
Sul	0,0100

Por fim, para o geoprocessamento dos dados consideraram-se três intervalos de densidade: 0,001 – 0,003; 0,0031 – 0,005 e > 0,005.



## 4.2.DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

Para aplicação da metodologia escolhida, primeiramente foram determinadas as alternativas de “valores” e “ocorrências” para cada critério.

Terras Indígenas:

*Não há:* a área não é terra indígena;

*Terras Indígenas:* a área é terra indígena;

*Áreas Interditadas* – existência de índios isolados: a área é interditada, por ser sabida a existência de índios isolados, mas pouco se conhece a respeito do local exato onde vivem.

Comunidades Quilombolas

*Baixa porcentagem:* 1% - 10%

*Média porcentagem:* 10,1% - 40%

*Alta porcentagem:* > 40%

Unidades de Conservação Federais:

*Não existência de UCs:* a área não é uma Unidade de Conservação;

*Unidades de Conservação de Uso Sustentável*

*Unidades de Conservação de Proteção Integral*

Potencial Malarígeno:

*Sem transmissão:* nenhum risco de contração de malária

*Baixo Risco:* baixo risco de contração de malária

*Médio Risco:* médio risco de contração de malária

*Alto Risco:* alto risco de contração de malária

Bens Culturais Acautelados

*Menor Probabilidade:* densidade de 0,001 – 0,003 bens/km<sup>2</sup>

*Média Probabilidade:* densidade de 0,0031 – 0,005 bens/km<sup>2</sup>

*Maior Probabilidade:* densidade > 0,005 bens/km<sup>2</sup>

Foi realizada a atribuição de pesos por meio de comparação entre as alternativas de cada critério, explicitados a seguir.

Tabela 4.3 – Pesos atribuídos às alternativas

<b>PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL</b>	<b>CRITÉRIOS</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>PESOS</b>
	Terras Indígenas	Não há	1
		Terra indígena	2
		Área interdita	3
	Comunidades Quilombolas	Baixa porcentagem	2
		Média porcentagem	3
		Alta porcentagem	4
	Unidades de Conservação	Não há	1
		UC de uso sustentável	2
		UC de proteção integral	3
Potencial Malarígeno	Sem transmissão	1	
	Baixo risco	2	
	Médio risco	3	
	Alto risco	4	
Bens Culturais Acautelados	Menor probabilidade	2	
	Média probabilidade	3	
	Maior probabilidade	4	

Entende-se que quanto maior o peso relacionado a uma área, maior será seu grau de complexidade no processo de Licenciamento Ambiental. Linhas de Transmissão de Energia são empreendimentos lineares e, uma vez que possuem grandes extensões quando comparadas a outros tipos de empreendimento, passam por diferentes áreas/regiões. Sendo assim, o grau de complexidade do Licenciamento Ambiental da Linha de Transmissão será aquele correspondente à região com maior grau de complexidade atribuído naquele trecho, já que, independente de possuir áreas de baixa complexidade, o processo de licenciamento da LT eventualmente irá passar por complicações maiores, referentes à área de maior grau de complexidade. Devido ao fato de o empreendimento ser um todo e não ser possível a operação dele se um trecho da linha está em uma etapa anterior do processo de licenciamento ambiental, o mais sensato é considerar sempre o maior grau de complexidade.

### 4.3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após atribuição dos pesos às alternativas definidas a partir das bases de dados utilizadas para o presente projeto, o geoprocessamento dos dados foi feito com o auxílio do software Arcgis 10.3 que forneceu, como resultado final, um mapa do Brasil em que se ilustra um gradiente de complexidade para traçado de linhas de transmissão. As figuras 4.5 e 4.6 ilustram o resultado final deste trabalho. Onde a figura 4.5 apresenta os valores absolutos obtidos através da metodologia aplicada, e a figura 4.6 ilustra o resultado em forma de gradiente de cores, com identificação das regiões que variam de alta a baixa complexidade, possibilitando uma melhor visualização.

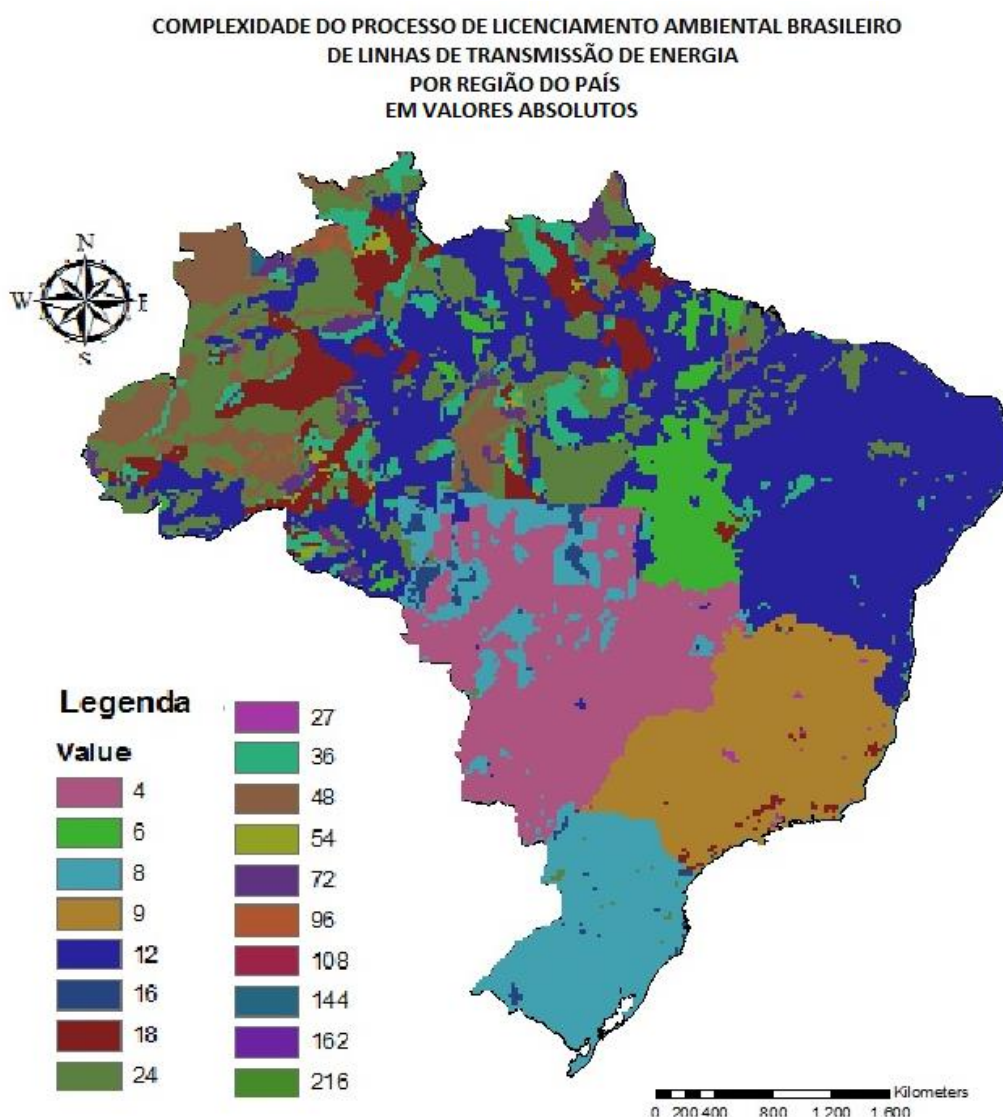


Figura 4.5 – Grau de Complexidade do Processo de Licenciamento Ambiental Brasileiro de Linhas de Transmissão de Energia por Região do País em valores absolutos

COMPLEXIDADE DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL BRASILEIRO  
DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA  
POR REGIÃO DO PAÍS

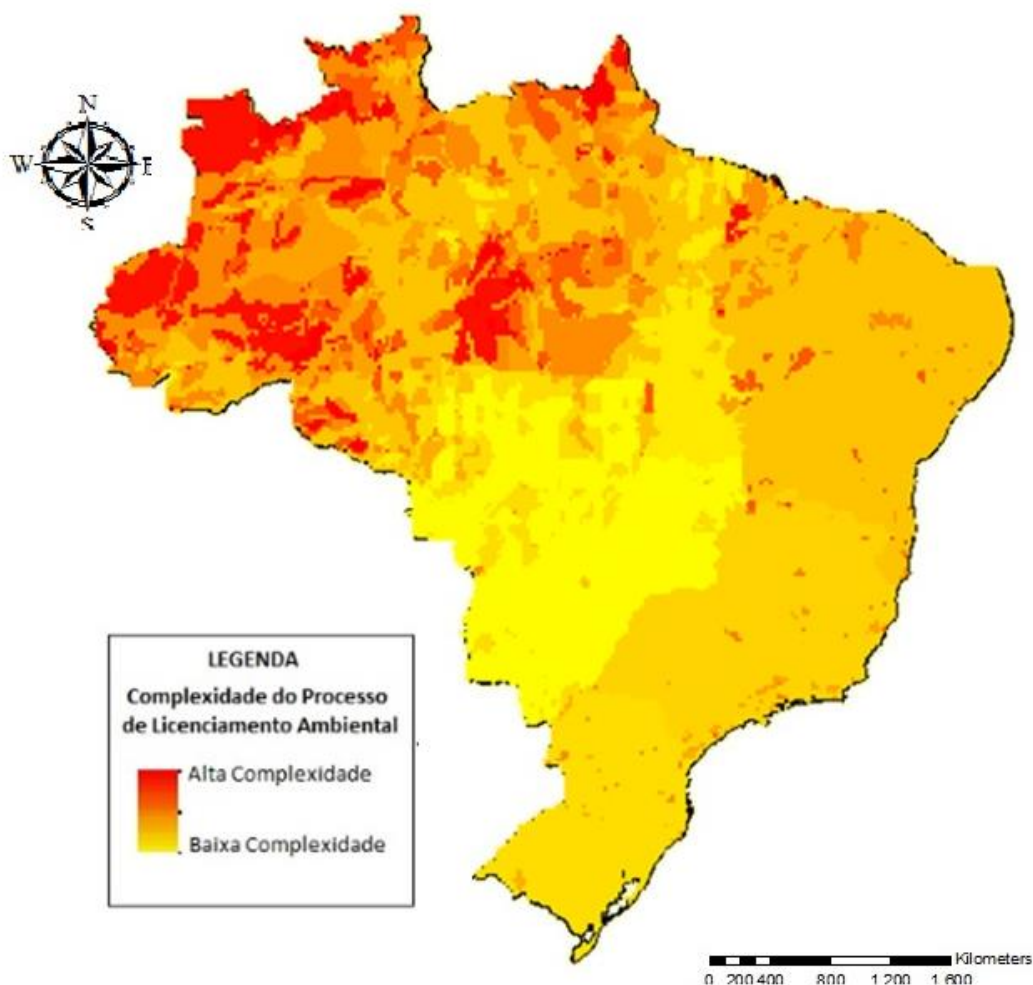


Figura 4.6 – Grau de Complexidade do Processo de Licenciamento Ambiental Brasileiro de Linhas de Transmissão de Energia por Região do País

A geração de energia elétrica no País e os impactos ambientais envolvidos de forma direta ou indireta nesse processo devem ser levados em conta conjuntamente. A exploração de recursos naturais é necessária para a geração e a transmissão de energia elétrica. A intervenção governamental nas atividades de geração e transmissão de energia, necessárias ao crescimento socioeconômico e ao desenvolvimento nacional, dá-se desde a fase de planejamento e definição de políticas públicas e instrumentos e métodos de gestão do setor elétrico. É o caso, por exemplo, do Plano Decenal de Expansão de Energia, com a definição dos empreendimentos a serem implantados, necessários a garantir o equilíbrio

entre a oferta e a demanda de energia, estabelecendo o cronograma da realização periódica de leilões, tanto de geração quanto de transmissão de energia.

Um bom desempenho dessas atividades também exigiria, de acordo com a fase em que se encontra, uma outra forma de atuação e intervenção do aparato estatal, por meio do processo de Licenciamento Ambiental, permitindo uma melhor gestão ambiental quanto aos procedimentos referentes à implantação e à operação do empreendimento.

Os processos de Licenciamento Ambiental costumam ser extremamente formais e técnicos, apresentando-se lentos, e ocasionando, por diversas razões, o não-cumprimento dos cronogramas estabelecidos pelos empreendedores. Essa condição atual é reflexo, entre outros fatores, da ausência de sincronia entre os marcos regulatórios do setor ambiental e os de energia elétrica.

Uma vez que a Política Nacional do Meio Ambiente determina a necessidade de realização de avaliações prévias dos impactos ambientais decorrentes de construção, instalação ou ampliação de um empreendimento como subsídio para obtenção da Licença Ambiental da obra, o IBAMA, apesar de ser o órgão responsável pelo processo de Licenciamento, depende de parecer por parte da FUNAI, da FCP, do IPHAN e do Ministério da Saúde, nos casos em que o empreendimento apresentar possíveis interferências, em qualquer uma de suas fases, em terras indígenas ou quilombolas, em bens culturais acautelados e em áreas ou regiões de risco ou endêmicas para malária, por exemplo, como também em Unidades de Conservação Federais, cabendo parecer do ICMBio, o qual, conforme previsto na Lei nº 9.985/2000, conhecida por Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), autorização prévia ao licenciamento, sempre que o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento.

Atualmente, o que ocorre no setor elétrico é que os vencedores dos leilões de transmissão realizados pela ANEEL já arrematam os lotes tendo conhecimento de que terão muita dificuldade em cumprir os prazos estabelecidos pela própria ANEEL para instalação e operação do projeto, devido aos atrasos inerentes ao processo, quando é necessário parecer de órgãos intervenientes. Esse aspecto pode ter até impactos

econômicos que repercutem nos valores arrebataados nos leilões (insegurança jurídica maior, menor valor econômico).

Visando a contribuir para se dispor de uma maior garantia da viabilidade ambiental e econômica dos empreendimentos para aqueles que decidem participar dos Leilões de Transmissão de Energia, a presente ferramenta buscou identificar, no território, as áreas com maior complexidade no processo de Licenciamento Ambiental. É senso comum para os que trabalham no setor de energia, que os leilões para concessão de instalação e operação de Linhas de Transmissão de Energia deveriam ser realizados já com a licença prévia do empreendimento, assim como ocorre nos leilões de geração de energia. Uma vez que tal fato não ocorre, através do mapa gerado neste projeto, é possível identificar as áreas prioritárias onde o processo do leilão deveria ser repensado, para que ocorresse já com a Licença Prévia.

Entende-se que a ferramenta gerada neste projeto vem como um auxílio, principalmente, de acordo com dois pontos de vista:

- O Governo: através de uma ferramenta como esta, o Governo, antes mesmo de realizar estudos mais a fundo na área que necessita de uma linha de transmissão e de definir o traçado que irá a leilão, passa a ter uma visão mais global de como seria o processo de Licenciamento Ambiental naquela área, e assim, estabelecer prazos para instalação e operação do empreendimento mais condizentes com a realidade que será enfrentada. Prazos estes, que são dados ao empreendedor vencedor do leilão.
- O empreendedor: passa a ter uma ferramenta de auxílio, que possibilita a visualização, antes mesmo de o empreendedor estudar o lote e decidir se está interessado ou não em apresentar uma oferta para o empreendimento, de como será a estrutura do processo de Licenciamento Ambiental que ele poderá enfrentar. Sendo assim, o empreendedor consegue estabelecer um cronograma executivo mais condizente com a realidade do processo, tornando-se capaz de incluir em sua análise riscos que não estavam sendo considerados e chegando a valores de custos e retornos mais próximos do que será vivenciado.

Por essa primeira utilização da ferramenta proposta, pode-se perceber que a área com maior grau de complexidade do processo de licenciamento ambiental é a região amazônica, que se apresenta como um ambiente rico em seu bioma, o que por si só já torna

mais complicada a execução de um empreendimento linear que passe pela área e que, além disso, ainda se apresenta rico em cultura, abrigando grande quantidade de terras indígenas, além do alto número de unidades de conservação, bens culturais acautelados e o médio/alto risco de contração de malária.

Realizando-se uma comparação da ferramenta utilizada com a Figura 2.6, presente na página 36 e que apresenta o mapa de abrangência do SIN, é possível visualizar que a área mapeada como de maior grau de complexidade, é a região que se encontra com menor emaranhado de linhas da Rede Básica. Do mesmo jeito que pode-se perceber que a região com maior quantidade de linhas encontra-se onde está indicada uma menor complexidade do Licenciamento Ambiental. Esta análise vem apenas como suporte para mostrar que a ferramenta desenvolvida no presente projeto é válida como um auxílio quando se trata do Sistema Elétrico Brasileiro, e que, como primeira aproximação, pode vir a passar por aprimoramentos e tornar a análise cada vez mais eficiente.

É importante ressaltar que a ferramenta foi elaborada para auxílio, sendo utilizada, como já indicado, no processo de Licenciamento Ambiental, mas podendo ter muito valor agregado quando utilizada juntamente com outras ferramentas, como o Zoneamento Ecológico Econômico, viabilizando o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este projeto teve como objetivo geral o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação, baseada no normativo brasileiro, em métodos multicritérios e em técnicas de geoprocessamento, para mapear áreas e regiões de maior complexidade para passagem de linhas de transmissão de energia.

Como já salientado, o mapa ilustrado nas Figuras 4.5 e 4.6 constituem o resultado final deste trabalho. Evidentemente que se trata de um primeiro resultado da ferramenta desenvolvida e deve ser avaliado como uma primeira aproximação, sendo suscetível de aprimoramentos.

A respeito dos dados utilizados para o projeto, pôde-se perceber a dificuldade na aquisição e na obtenção dos mesmos em formas práticas para utilização. O processo de Licenciamento Ambiental ocorre a todo momento, não só para Linhas de Transmissão, mas para empreendimentos e obras no geral. Sendo assim, os dados referentes a cada um dos órgãos intervenientes deveriam estar reunidos de forma a possibilitar uma consulta mais ágil por parte dos empreendedores. Em alguns casos, inclusive, os dados estão disponíveis apenas em papel, em outros, a avaliação da área é feita apenas após o início de um processo de licenciamento, enquanto que deveria ser feita regularmente para manter os dados sempre atualizados e disponíveis para consulta geral.

Apesar de apresentar uma abordagem simples, entende-se que ela se apresenta pertinente para empreendedores do setor elétrico e mesmo para reguladores.

O mapeamento do grau de complexidade do licenciamento ambiental vem como um auxílio para indicar quais traçados de Linhas de Transmissão deveriam ser objeto de avaliações mais detalhadas e iniciadas previamente, tendo em vista que a complexidade certamente influenciará no tempo de liberação de licenças e pareceres técnicos.

O resultado final encontrado no exercício praticado no presente projeto é condizente com o esperado. Devido à região amazônica ser um ambiente, no geral, menos degradado que as outras regiões do país, era esperado que a Região Norte se mostrasse



como a região com maior nível de complexidade para traçados de linhas de transmissão, em face da maior quantidade de unidades de conservação, terras indígenas, além de seu clima tropical ser favorável para a existência do vetor da malária.

Vários aprimoramentos podem ser implementados neste trabalho: utilização de outros critérios, utilização de outros “valores” e pesos para os critérios adotados, melhor espacialização de critérios, como áreas de quilombolas e de bens acautelados, adoção de outras escalas de representação e de trabalho, realização de testes e verificações com projetos de linha de transmissão, entre outros.

No entanto, considerando que o projeto foi realizado trabalhando-se com parâmetros reais, como a falta/escassez de informações, além da má organização das mesmas, e se apresentar como uma alternativa para um problema já vivido no setor elétrico, pode-se dizer que seu objetivo inicialmente formulado foi atendido, propondo uma solução prática para uma questão do dia a dia, como um engenheiro, de forma analítica, deve realizar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLHA, H. A. (2002). *Assessment of Damages and Repair of Antena Tower Concrete Foundations*. Construction and Building Materials.
- BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União.
- BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.
- BRASIL. Portaria nº 421, de 26 de outubro de 2011. Dispõe sobre o licenciamento e a regularização ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica e dá outras providências.
- CARDOSO JR., R. A. F. (2014). *Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica no Brasil: Estudo de Caso do Sistema de Transmissão do Madeira*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Planejamento Energético, Rio de Janeiro, RJ, 191p.
- CARVALHO, C. E. (2005). *Desenvolvimento de Procedimentos e Métodos para Mensuração e Incorporação das Externalidades em Projetos de Energia Elétrica: uma Aplicação às Linhas de Transmissão Aéreas*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenharia, São Paulo, SP, 14-20p.
- CCEE – CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Setor Elétrico. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>> Acesso em 03 jun. 2015

- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (1990). *Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico*. Ministério da Infraestrutura, Rio de Janeiro, RJ, 114p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Resolução 237, de 19 de dezembro de 1997. Diário Oficial da União.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial da União.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990. Diário Oficial da União.
- CORDEIRO NETTO, O. M. (2014). *Avaliação de Impactos e Riscos Ambientais*. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF.
- ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL (2012). *Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental - LT 500 kV Manaus – Boa Vista e Subestações Associadas*.
- ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL (2014). *Estudo do Componente Indígena do EIA - LT 500 kV Manaus – Boa Vista e Subestações Associadas*.
- ELETOBRÁS. Na trilha da Energia - Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.eletobras.com/elb/natrilhadaenergia/energia-eletrica>>. Acesso em 20 nov. 2014
- FCP – FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. Quilombolas. Disponível em: <<http://www.palmars.gov.br>> Acesso em 03 jun. 2015
- FUNAI – FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Terras Indígenas. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br>> Acesso em 01 jun. 2015
- GENERINO, R. C. M.; CORDEIRO NETTO, O. M. (1999). *Métodos Multicritério Electre. Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos*, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 1-3p.

- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Terras Indígenas. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>> Acesso em 01 jun. 2015
- ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>> Acesso em 01 jun. 2015
- INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Quilombolas. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br>> Acesso em 02 jun. 2015
- INSTITUTO ACENDE BRASIL (2012). White Paper. 7ª edição, 48p.
- IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Patrimônio Cultural. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br>> Acesso em 06 jun. 2015
- MARINS, C. S. ; SOUZA, D. O. E BARROS, M. S. (2009). O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. RJ, 11p.
- MOCELIN, M. (2004). Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. 31p.
- MOREIRA, I. V. D. (1985). Avaliação de impacto ambiental – AIA. FEEMA, Assessoria Técnica da Presidência, Rio de Janeiro, RJ, 16p.
- MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Malária. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br>> Acesso em 01 jun. 2015
- ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Sistema Interligado Nacional. Disponível em: < <http://www.ons.org.br>> Acesso em 22 set. 2014
- PINTO, E. F.; BESPALHOK, L. C.; BATISTA, R. C. (2013). *Análise, Modelagem e Dimensionamento de Torres Autoportantes de Telecomunicação*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Paraná, Engenharia Civil, Curitiba, PR, 116p.
- PIRES, A.; HOLTZ, A. (2012). Sistema elétrico brasileiro: agenda ambiental. Centro Brasileiro de Infraestrutura, 27p.
- PIRES, L. F. A. (2005). *Gestão Ambiental da Implantação de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Ciência Ambiental, Niterói, RJ, 143p.

- ROSAS E SILVA, D. M. (2007). *Aplicação do Método AHP para Avaliação de Projetos Industriais*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Engenharia Industrial, RJ, 36 – 48p.
- SAATY, T. L. (1991). *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo – SP, 367 p.
- SIQUEIRA, G. V. (2011). *Licenciamento Ambiental no Amapá. O Caso do Aproveitamento Hidrelétrico de Ferreira Gomes (AHE-FG)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amapá, Direito Ambiental e Políticas Públicas, Macapá, AP, 104p.
- SOUZA, C. J. (2012). *Determinação da Largura de Faixa de Segurança de Linhas de Transmissão: um Estudo Paramétrico*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Engenharia Elétrica, MG, 94p.
- TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (2007). *Cartilha de Licenciamento Ambiental*. 2ª edição, Brasília – DF, 83p.
- ZAMPIRON, I. (2008). *Avaliação das Características e Desempenho de Estruturas para Telecomunicação visando o projeto de novo modelo de torre autoportante*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Engenharia, Porto Alegre, RS.