

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS**

LAURA MEZZAROBA DE LIMA

**LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA OBTER O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINAS FOTOVOLTAICAS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

LAURA MEZZAROBA DE LIMA

**LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA OBTER O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM USINAS FOTOVOLTAICAS**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Jair Urbanetz Jr.

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

LAURA MEZZAROBA DE LIMA

LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA OBTER O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINAS FOTOVOLTAICAS

Esta Monografia de Especialização foi apresentada no dia 05 de julho de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Energia Renováveis – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A aluna foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior

Coordenador de Curso de Especialização em Energias Renováveis

Prof. Romildo Alves dos Prazeres

Chefe do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior
Orientador - UTFPR

Me. Bruna Barbosa Fantoni
Membro Externo

Prof. Dr. Gerson Máximo Tiepolo
UTFPR

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

RESUMO

LIMA, Laura Mezzaroba. **Levantamento de critérios utilizados para obter o licenciamento ambiental de usinas solares.** 2017. 64 páginas. Monografia de Especialização em Energias Renováveis – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O aumento da demanda energética nacional aliado a conscientização em relação ao meio ambiente abriram portas, no decorrer dos anos, para o aumento dos investimentos e da busca por fontes alternativas de energia em todo território nacional. A irradiação solar abundante no Brasil torna a energia fotovoltaica uma das fontes com grande potencial de crescimento, porém, em comparação com países desenvolvidos há muito ainda a evoluir. Considerando que o processo de licenciamento ambiental desse tipo de empreendimento ainda é novo, o presente trabalho visa a comparação das diferentes propostas apresentadas pelos Estados do Paraná e Santa Catarina e realiza uma simulação dos estudos ambientais, baseada em um termo de referência padrão, para a instalação de uma usina fotovoltaica de 6 MW no Paraná.

Palavras-chave: Usinas Fotovoltaicas. Estudos Ambientais. Licenciamento Ambiental.

ABSTRACT

LIMA, Laura Mezzaroba. **Survey of criteria used to obtain the environmental licensing of solar plants.** 2017. 64 sheets. Monography of the Specialization course on Renewable Energies - Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2017.

The increase in national energy demand as well as the environmental awareness has opened up the increase of investments and search for alternative sources of energy throughout the country, over the years. The abundant solar irradiation within the limits of our country makes photovoltaic energy one of the sources with great growth potential, however, in comparison with developed countries, there is still a lot more to develop in this field. Considering that the environmental licensing process of this type of enterprise is still new, the present work aims at comparing the different proposals presented by the States of Paraná and Santa Catarina and performs a simulation of the environmental studies, based on a standard reference term, for the Installation of a 6 MW photovoltaic plant in Paraná.

Keywords: Photovoltaic power plants. Environmental Studies. Environmental Licensing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura de uma célula fotovoltaica	16
Figura 2: Processo de fabricação de módulos fotovoltaicos.....	17
Figura 3: Processo de fabricação Czochralski e lingotes monocristalinos	18
Figura 4: Célula monocristalina	19
Figura 5: Célula policristalina	19
Figura 6: Exemplos de Células de Silício Amorfo Hidrogenado (a-Si)	20
Figura 7: Células de CdTe.....	21
Figura 8: Sistema Conectado à Rede Elétrica.....	22
Figura 9: Usina Solar de Tauá.....	24
Figura 10: Opinião dos Analistas da Dilic.....	32
Figura 11: Macrolocalização da área de interesse.....	41
Figura 12: Delimitação da área.....	41
Figura 13: Delimitação das áreas de influência – ADA, AID, AII	43
Figura 14: Delimitação das áreas de influência – AID, AII	43
Figura 15: Classificação climática	45
Figura 16: Precipitação média anual.....	45
Figura 17: Hidrografia encontrada no local.....	46
Figura 18: Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu.....	47
Figura 19: Mapa de solos encontrados na área de interesse.....	48
Figura 20: Mapa da unidade geológica encontrada na área de interesse.....	49
Figura 21: Mapa de declividade encontrada na área de interesse.....	50
Figura 22: Mapa do uso do solo da área de interesse.....	51
Quadro 1: Principais métodos de avaliação de impactos ambientais.....	27
Quadro 2: Diferença entre o RAP e o EAS	38
Quadro 3: Algumas espécies encontradas no Parque Nacional do Iguaçu.....	53
Quadro 4: Resumo de impactos gerados nas fases de implantação, operação e desativação	57
Quadro 5: Programas Ambientais Propostos	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Procedimentos para licenciamento de empreendimentos fotovoltaicos no Paraná.....	36
Tabela 2: Tipo de estudos necessários para obter licenciamento ambiental de empreendimentos fotovoltaicos no Estado de Santa Catarina.....	37
Tabela 3: Comparativo dos estudos ambientais necessários para implantar usina fotovoltaica	39
Tabela 4: Valoração dos Atributos	55
Tabela 5: Significância dos impactos	55
Tabela 6: Matriz de impactos ambientais	57

LISTA DE ABREVIATURAS

Art.	Artigo
Dilic	Diretoria de licenciamento do Ibama
FV	Fotovoltaico
GD	Geração Distribuída
ha	Hectare
hab/km ²	Habitante por quilômetro quadrado
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
kV	Quilovolt
kW	Quilowatt
L/s	Litro por segundo
m	Metro
m ²	Metro quadrado
mg/L	Miligrama por litro
mm	Milímetro
MW	Megawatt
MWp	Megawatt pico
n°.	Número
PR	Paraná
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
Wp	Watt pico

LISTA DE SIGLAS

Abinee	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ADA	Área Diretamente Afetada
Ageitec	Agência Embrapa de Informação Tecnológica
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
AID	Área de Influência Direta
All	Área de Influência Indireta
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica

APP	Área de Preservação Permanente
Cema	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CF	Constituição Federal
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Consema	Conselho Estadual do Meio Ambiente
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
Iapar	Instituto Agrônômico do Paraná
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de desenvolvimento humana municipal
Itecg	Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná
LAI	Licença Ambiental de Instalação
LAO	Licença Ambiental de Operação
LAP	Licença Ambiental Prévia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PGRS	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos
Prodist	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RN	Resolução Normativa
Sema	Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Sisnama	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TCU	Tribunal de Contas da União
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA	11
1.1.1	Delimitação do Tema.....	12
1.2	PROBLEMAS E PREMISSAS	12
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	Objetivo Geral.....	13
1.3.2	Objetivos Específicos	13
1.4	JUSTIFICATIVA	13
1.5	METODOLOGIA.....	14
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	15
2.1	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	15
2.1.1	Tecnologias de Células Fotovoltaicas	17
2.1.1.1	Silício Monocristalino	17
2.1.1.2	Silício Policristalino	19
2.1.1.3	Filmes Finos	20
2.1.2	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica	21
2.1.2.1	Usinas Solares Fotovoltaicas	23
2.2	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	24
3	LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	30
3.1	LEGISLAÇÃO ESTADUAL.....	34
3.1.1	Licenciamento ambiental no Estado do Paraná	34
3.1.2	Licenciamento ambiental no Estado de Santa Catarina	36
3.2	COMPARATIVO ENTRE OS DOIS ESTADOS	39
4	SIMULAÇÃO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINA FOTOVOLTAICA	40
4.1	RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO (RAS).....	40
4.1.1	Caracterização do Empreendimento	40
4.1.2	Caracterização das áreas de influência do empreendimento	42
4.1.3	Diagnóstico e prognóstico ambiental.....	44

4.1.3.1	Meio Físico	44
4.1.3.2	Meio Biótico	50
4.1.3.3	Meio Antrópico.....	53
4.1.4	Avaliação de impactos ambientais e medidas mitigadoras	54
4.1.5	Programa de Monitoramento e acompanhamento	57
5	CONCLUSÕES	59

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda energética e das preocupações com o meio ambiente, as energias limpas vieram como forma de substituir o uso do petróleo, carvão e outros recursos naturais não renováveis e poluidores. Dentre as fontes de energia alternativas e abundantes na terra tem-se a utilização dos ventos, das águas, das marés e do sol.

Considerando que o Brasil apresenta um alto índice de irradiação solar, a energia fotovoltaica vem crescendo muito no país. Mesmo sendo considerada uma energia renovável, não se pode deixar de analisar os impactos ambientais que são gerados por essa fonte de energia. Desde a fase de extração da matéria prima para fabricar módulos fotovoltaicos, até a descentralização da usina fotovoltaica é possível produzir impactos ambientais.

Segundo a Resolução Conama, nº 01/86, o impacto ambiental é caracterizado por qualquer alteração das propriedades do meio ambiente, causado por atividade humana e que afete de alguma forma alguns desses itens: a saúde, segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e/ou a qualidade dos recursos ambientais.

Como esse tipo de geração de energia é relativamente novo no país, é importante que se façam estudos para avaliar esses impactos ambientais em todas as fases do processo e avaliar como funciona o processo de licenciamento ambiental para a instalação de usinas fotovoltaicas no país.

1.1 TEMA

Análise de critérios atuais adotados para obtenção de licenciamento ambiental para usinas fotovoltaicas nos Estados do Paraná e Santa Catarina, relacionando aos principais impactos ambientais gerados nas fases de instalação, operação e desativação desses empreendimentos, com intuito de relacionar, comparar e analisar as diferenças entre os estados e tornar mais eficiente o processo de licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas.

1.1.1 Delimitação do Tema

Analisar se os impactos ambientais gerados na implantação das usinas fotovoltaicas são significativos a ponto de realizar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), ou se é possível realizar apenas um Relatório Ambiental Simplificado (RAS) nos estados do Paraná e Santa Catarina.

1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

Um dos problemas da falta de investimento em empreendimentos de geração de energia no Brasil é o longo período necessário para aquisição da licença ambiental, que passa por um processo que pode levar anos para ser concluído. Nesse período, as variáveis que compõe os estudos de viabilidade econômica podem sofrer alterações, oferecendo riscos que desestimulam os investidores.

Especialmente no setor da geração de energia fotovoltaica, o aperfeiçoamento da tecnologia e o dinamismo do mercado internacional, aliado a necessidade do aumento da oferta de energia interna que surge no Brasil, o longo processo de licenciamento ambiental se torna um fator limitante. E ainda para piorar, o país não possui legislação ambiental específica para esse tipo de empreendimento, dificultando ainda mais esse processo. Portanto, é fundamental estudar meios de aumentar a eficiência do processo de licenciamento ambiental, mantendo a qualidade dos estudos ambientais e tornando-os efetivos.

Partindo-se do fato de que são exigidos estudos mais detalhados (EIA/RIMA) para os empreendimentos que proporcionam impacto significativo, cabe avaliar se os impactos ambientais gerados em todas as fases, da construção a desativação, relacionados às usinas fotovoltaicas são considerados significativos, apontando formas de regulamentar um setor que ainda está à mercê de um arcabouço legal amplo, moroso e pouco assertivo.

Para a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2014), a exigência de licença ambiental para, especialmente, usinas de pequeno porte, pode constituir um obstáculo para a implantação da usina. Não existe um limite

a partir de qual procedimento de licenciamento o processo poderia ser simplificado, ou até mesmo dispensado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar critérios adotados para se obter o licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas nos Estados do Paraná e Santa Catarina, com o intuito de verificar as diferenças encontradas entre os Estados e elaborar uma simulação de estudo ambiental proposto para a implantação de uma usina fotovoltaica em uma área aleatória.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão da Literatura sobre Usinas Solares Fotovoltaicas;
- Levantar as legislações ambientais federais e estaduais pertinentes a implantação de Usinas Solares Fotovoltaicas;
- Realizar uma Análise comparativa de critérios adotados entre os estados do Paraná e de Santa Catarina para obter o licenciamento ambiental de Usinas Solares FV;
- Realizar uma simulação de um processo de licenciamento em determinada área;
- Fazer um levantamento de impactos ambientais gerados na implantação, operação e desativação de uma usina fotovoltaica.

1.4 JUSTIFICATIVA

O aumento da demanda e do consumo de energia elétrica devido ao progresso tecnológico e ao desenvolvimento humano, junto com a preocupação

ambiental, ocasionou na busca pelas fontes de energias renováveis (PEREIRA *et al.*, 2006). E como o Brasil possui grande potencial para aproveitamento da energia solar, essa fonte tem sido mais procurada no país.

Por ser uma fonte de energia relativamente nova no país, o processo de licenciamento ambiental ainda não está bem difundido, considerando a demora para se obter o licenciamento e a falta de padrão nesse processo, o presente estudo visa realizar uma análise comparativa entre os dois estados do sul do país já citados, visando discutir uma padronização no processo de licenciamento ambiental entre os estados.

1.5 METODOLOGIA

Esse trabalho está estruturado primeiramente por uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de usinas fotovoltaicas e avaliação de impactos ambientais. O capítulo 3 mostra as legislações sobre licenciamento ambiental no âmbito federal e estadual para empreendimentos fotovoltaicos, sendo analisados e comparados os Estados do Paraná e Santa Catarina. E finalizando o trabalho, como forma de exemplificar o tipo de estudo solicitado no Estado do Paraná, o Capítulo 4 é caracterizado por uma simulação de implantação de uma usina fotovoltaica de 6 MW, em uma área aleatória.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Segundo Pinho e Galdino (2014), nos últimos 60 anos, diversas tecnologias de fabricação de células fotovoltaicas foram desenvolvidas, mas as lâminas de silício cristalino são as mais utilizadas. Além das lâminas de silício cristalino (policristalino e monocristalino), ainda existe a produção de células a partir do silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS) ou disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio, que é uma geração de produção denominada de filmes finos. Essa geração possui uma menor eficiência do que a geração do silício cristalino e ainda possui dificuldades com relação à disponibilidade dos materiais, rendimento das células e vida útil. Ainda existe uma terceira geração que está em fase de pesquisa, que desenvolve células fotovoltaicas multijunção, células concentradas e células orgânicas ou poliméricas.

As células fotovoltaicas são materiais semicondutores que convertem a luz do sol em eletricidade e estão associadas em arranjos série/paralelo, formando assim os módulos fotovoltaicos. E por fim esses módulos são associados, formando os painéis fotovoltaicos (URBANETZ JR, 2010).

A Figura 1 mostra a estrutura de uma célula fotovoltaica que é composta basicamente por duas camadas de material semicondutor P e N, uma base metálica inferior que realizam a coleta da corrente elétrica produzida pela luz e uma grade de coletores metálicos superior que recebe a luz. Além dessas camadas, as células comerciais necessitam de uma camada antirreflexiva (VILLALVA, 2015).

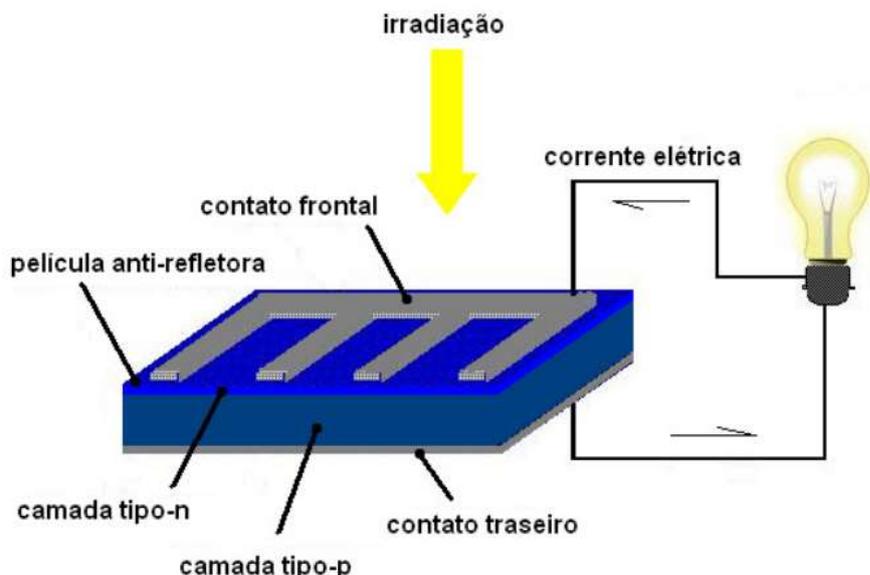


Figura 1: Estrutura de uma célula fotovoltaica
Fonte: Braun-Grabolle, 2010.

O silício utilizado para fabricação de células fotovoltaicas é extraído do quartzo, sendo o Brasil um dos principais produtores mundiais desse minério (VILLALVA, 2015).

O Brasil é também um dos líderes na produção de silício metalúrgico, porém esse silício possui um baixo valor agregado com relação ao silício de grau solar, que por sua vez não é produzido em nível comercial aqui no país. Essa agregação de valor é dada da seguinte maneira: o silício de grau metalúrgico é cotado a U\$3 por quilograma e o silício de grau solar é cotado a U\$30 por quilograma. O país não realiza a purificação do silício, porém existem empresas que estão realizando a montagem dos módulos. A empresa Tecnometal iniciou a fabricação de módulos fotovoltaicos em 2010. Esse processo se caracteriza pela importação das células fotovoltaicas e a montagem dos módulos. Os preços dos módulos nacionais não conseguem atingir o nível do preço dos asiáticos e isso ocorre pelo fato das empresas se envolverem somente na produção do silício de grau metalúrgico e montagem dos módulos, como mostra a Figura 2 (ABINEE, 2012).

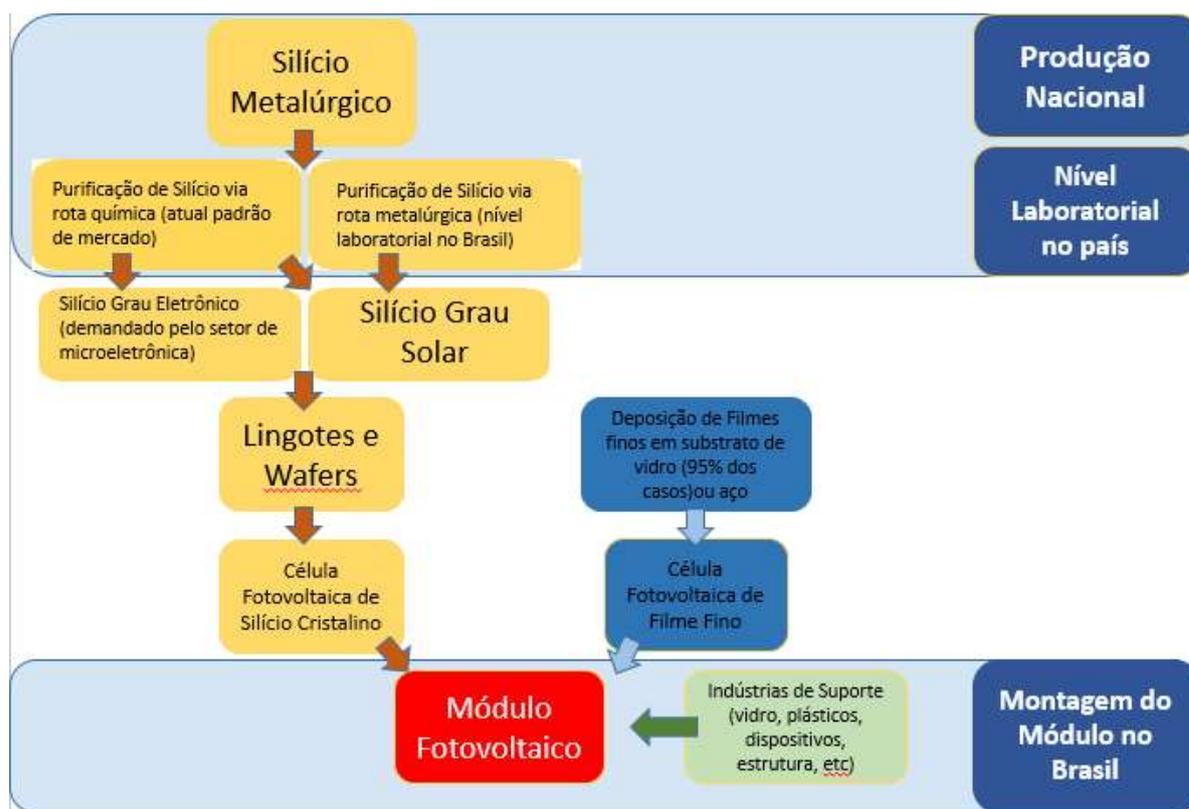


Figura 2: Processo de fabricação de módulos fotovoltaicos.

Fonte: Abinee, 2012

A produção das células se inicia, portanto, com a extração de sílica e depois existe o processo de produção de silício grau metalúrgico, como já citado anteriormente. Após essas etapas o processo é diferenciado dependendo do tipo de célula.

2.1.1 Tecnologias de Células Fotovoltaicas

Nesse capítulo serão discriminados os processos empregados para as células fotovoltaicas mais utilizadas.

2.1.1.1 Silício Monocristalino

Segundo a Cresesb (2006), para a fabricação da célula de silício se inicia o processo de extração de dióxido de silício, então esse material é purificado e

solidificado chegando a um grau de pureza em 98% e 99%. Para esse silício funcionar como célula fotovoltaica, essa pureza deve ser de 99,9999%.

Para a produção de células de silício monocristalino, após o aquecimento do silício a uma temperatura extremamente alta é originado o lingote. Esse lingote é constituído de estrutura cristalina única que possui um aspecto brilhante e homogêneo e depois, o mesmo é fatiado em finas camadas de silício puro, constituindo os *wafers* (VILLALVA, 2015). O processo mais comumente utilizado que origina esse lingote é denominado de método Czochralski e está exemplificado na figura 3.



Figura 3: Processo de fabricação Czochralski e lingotes monocristalinos
Fonte: Abinee, 2012.

Segundo a Abinee (2012), o método Czochralski consiste no derretimento do cristal já com alta pureza em um recipiente de quartzo, em seguida esse cristal é inserido em um líquido, onde se iniciará a cristalização. Ao retirar o material da mistura, o cristal retirado será maior do que aquele inserido.

As células monocristalinas, que possuem um aspecto uniforme, são as que possuem a maior eficiência dentre as que utilizam o silício como base, ela pode alcançar uma eficiência de até 25% no laboratório (PINHO e GALDINO, 2014). A figura 4 mostra a célula monocristalina.

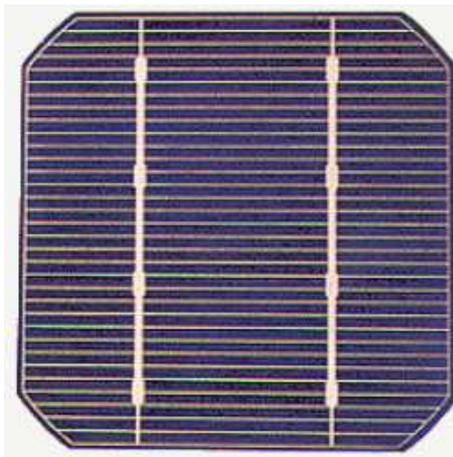


Figura 4: Célula monocristalina
Fonte: Cresesb, 2006

2.1.1.2 Silício Policristalino

Esse tipo de célula é mais barato que a célula de silício monocristalino, pois o lingote além de se formar um único cristal, o material é solidificado em forma de um bloco composto de pequenos cristais, com dimensões da ordem de centímetros (PINHO e GALDINO, 2014).

O silício policristalino possui menor eficiência que o monocristalino, pelo fato da perfeição cristalina ser menor e o processo ser mais simples (RÜTHER, 2004). A eficiência laboratorial desse tipo de célula pode chegar a 20% (PINHO e GALDINO, 2014), segue a imagem identificando a célula policristalina.

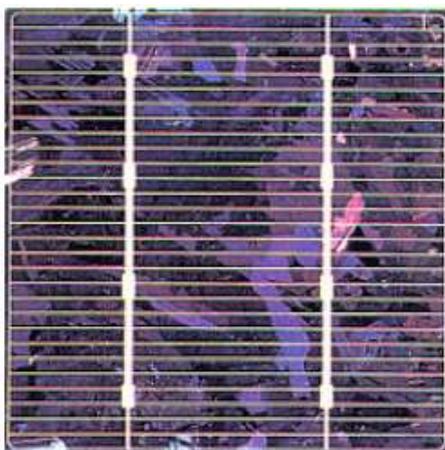


Figura 5: Célula policristalina
Fonte: Cresesb, 2006.

2.1.1.3 Filmes Finos

Esse tipo de tecnologia corresponde a cerca de 7% da produção mundial (NREL, 2015). A tecnologia fotovoltaica de filmes finos permite a fabricação de células bastante finas, onde são depositadas camadas de materiais semicondutores sobre superfícies rígidas ou flexíveis. Isso faz com que o consumo de energia seja reduzido, resultando em menor custo (PINHO E GALDINO, 2014).

Os materiais mais utilizados na tecnologia de filme finos estão descritos a seguir.

- Silício Amorfo Hidrogenado (a-Si): a produção desse tipo de tecnologia ocorre em processos de plasma, onde a temperatura utilizada é baixa ($<300\text{C}^\circ$) e isso faz com que essa célula possa ser depositada sobre vidros, aço inox e alguns plásticos, que são produtos baratos. Além disso, essa tecnologia vem ganhando espaço no mercado por possuir uma aparência estética mais agradável, sendo utilizada em fachadas e substituindo a cobertura de telhados. Outra característica importante do silício amorfo é que o aumento da temperatura ambiente não ocasiona na perda da performance dos módulos fotovoltaicos (RÜTHER, 2004).

Segundo Villalva (2015), as células amorfas possuem uma eficiência entre 5% e 8%, sendo uma desvantagem da tecnologia. A Figura 6 exemplifica esse tipo de tecnologia.



Figura 6: Exemplos de Células de Silício Amorfo Hidrogenado (a-Si)
Fonte: Rütther, 2004.

- Telureto de cádmio (CdTe): Segundo Pinho e Galdino (2014), as células de CdTe de maior eficiência são produzidas com processos de recozimento a temperaturas de 400°C. Existe uma crítica com relação à utilização dessa tecnologia devido ao elemento cádmio ser tóxico e possuir restrições com relação ao aspecto ambiental. Segundo Rütther (2004), esses módulos possuem um tom marrom e possuem um atrativo na arquitetura, como mostra a Figura 7.



Figura 7: Células de CdTe
Fonte: Rütther, 2004.

- Disseleneto de Cobre (gálio) e índio (CIS e CIGS): Esses são os módulos que possuem o melhor rendimento entre os filmes finos (RÜTHER, 2004) e são células que não empregam elementos tóxicos mas possuem um custo elevado (VILLALVA, 2015).

2.1.2 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica

Os sistemas fotovoltaicos podem se dividir em isolados e conectados na rede. Os sistemas isolados são caracterizados por não possuírem acesso à rede elétrica e necessitarem de baterias para armazenar a energia gerada. Já os sistemas conectados na rede, injetam a energia na rede mais próxima.

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (SFCR) são basicamente constituídos por inversor e painel fotovoltaico (Figura 8). A vantagem desse tipo de sistema é que toda energia gerada é utilizada, não necessitando de bateria (URBANETZ JR., 2010). Outra característica importante é que os inversores, onde os painéis são conectados, devem satisfazer exigências de segurança e qualidade para que não afetem a rede, como sistema anti-ilhamento, distorção harmônica, proteções contra sobrecorrentes e sobretensões, dentre outras (CÂMARA, 2011).

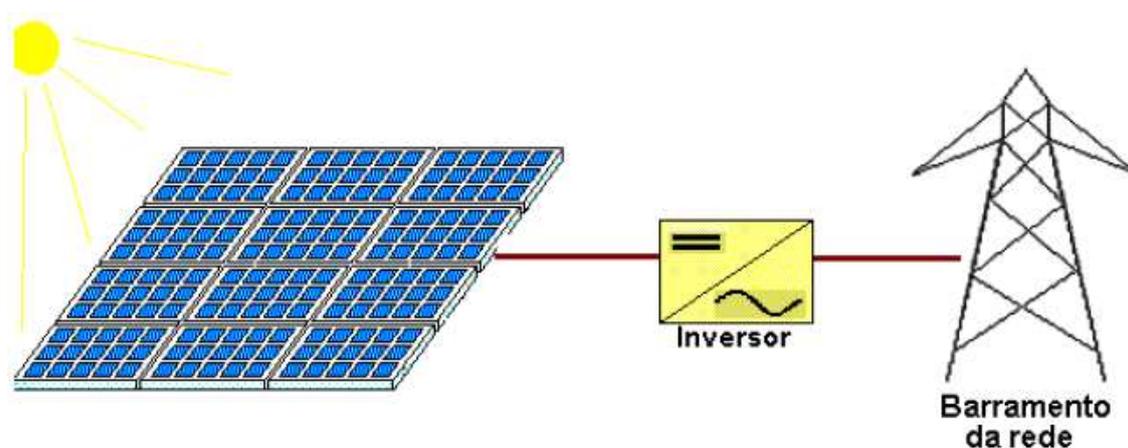


Figura 8: Sistema Conectado à Rede Elétrica
Fonte: Cresesb, 2006

Os SFCR, podem ser divididos em sistemas de geração distribuída (GD) ou sistemas de geração centralizada. O último se caracteriza por usinas de grande porte e o primeiro se dá por usinas de menor porte perto dos centros de consumo, o que diminui as perdas técnicas do sistema.

Para facilitar a implantação de SFCR, surgiu a resolução normativa nº482 de 17 de abril de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que foi alterada depois pela resolução normativa nº687, de 24 de novembro de 2015, que estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. Com isso foi estabelecido que a microgeração distribuída representa uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e minigeração distribuída representa uma central geradora de energia elétrica com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW.

2.1.2.1 Usinas Solares Fotovoltaicas

Para Pinho e Galdino (2014) as usinas fotovoltaicas podem atingir potência da ordem de MWp, podendo ser operadas por produtores independentes e sua conexão com a rede geralmente é realizada em média tensão (13,8 e 32,5 kV). Quando a usina possui até 5 MW, pode se enquadrar na RN 687, sendo considerada minigeração distribuída e deverá seguir especificações do Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (Prodist).

A organização de uma usina fotovoltaica se dá por grandes conjuntos de módulos, que são normalmente conectados a inversores centrais, que são conectados a subestações, que elevam a tensão para conectar com as linhas de transmissão. Um aspecto muito relevante na construção de uma usina é a necessidade de calcular corretamente a distância entre as fileiras de módulos, para que não ocorra sombreamento entre os módulos, perdendo capacidade instalada (VILLALVA, 2015).

Segundo o Banco de Informação de Geração da Aneel (2017), o Brasil possui em operação 44 centrais geradoras fotovoltaicas, com uma potência outorgada de 27,7 MW, que representa a potência considerada no ato da outorga e potência fiscalizada de 23,7 MW, que é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora. São 37 centrais fotovoltaicas em construção com uma potência de 1.063,4 MW e 74 empreendimentos que ainda não tiveram a construção iniciada com uma potência outorgada de 1.917 MW.

Um exemplo de usina que temos no Brasil é a Usina Solar de Tauá, localizada na cidade de Tauá, estado do Ceará. Possui uma potência instalada de 1 MWp, sendo 4680 módulos fotovoltaicos policristalinos de potência unitária de 215 Wp, ocupando uma área de aproximadamente 12 mil m². A potência inicial instalada é de 1 MW, mas o projeto pode ampliar podendo chegar até 50 MW (PINHO e GALDINO, 2014). A figura 9 mostra a Usina de Tauá.



Figura 9: Usina Solar de Tauá
Fonte: MPX, 2011.

Os planos de controle e monitoramento ambiental previstos para esse projeto foram: Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho; Plano de Controle da Erosão e Assoreamento; Plano de Recuperação das Áreas Degradadas; Plano de Monitoramento dos Ruídos; Plano de Gestão Ambiental; Plano de Comunicação Ambiental; Programa de Educação Ambiental; Programa de Prospecção Arqueológica e Paleontológica; Plano de Desmatamento Racional; Plano de Proteção da Fauna; Plano de Monitoramento de Efluentes Domésticos e Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (MPX, 2011).

Como todos os empreendimentos geram impactos ambientais, sejam eles positivos ou negativos, é necessário realizar um estudo sobre esses impactos, para poder realizar os programas de acompanhamento e monitoramento, como foi realizado pela empresa MPX, que faz parte do grupo EBX, do Empresário Eike Batista.

2.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação de impactos ambientais (AIA) é utilizada como um instrumento para preservação do dano ambiental e é um procedimento associado ao processo de licenciamento ambiental. Essa atividade identifica, prevê e interpreta as consequências humanas sobre o meio ambiente (SANCHEZ, 2013).

A institucionalização da AIA no Brasil e em outros países, surgiu devido a experiência dos Estados Unidos, que em 1969, instituiu a *National Environmental Policy Act* responsável por instituir a Avaliação de Impactos Ambientais. Foi só na década de 80 que teve consolidação institucional em nível mundial, gerando um avanço nas discussões sobre o meio ambiente (IBAMA, 1995).

No ano de 1981 através da lei federal 6.983/81, ficou instituída a Política Nacional do Meio Ambiente, tendo como objetivo preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental, assegurando o desenvolvimento sócio-econômico nacional. Essa lei prevê como um de seus instrumentos a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras. E também instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), que é estruturado da seguinte maneira:

- Órgão Superior: que possui a função de assessorar o Presidente da República nas questões de política nacional e diretrizes governamentais que é representado pelo Conselho do Governo;
- Órgão consultivo e deliberativo: caracterizado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que tem como finalidade assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo diretrizes e deliberar normas e padrões visando um meio ambiente equilibrado;
- Órgão Central: Planeja, coordena, supervisiona e controla a política nacional e as diretrizes governamentais do meio ambiente, esse órgão é representado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA);
- Órgão Executor: Representado pelo Instituto Nacional do Meio Ambiente (Ibama) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Instituto Chico Mendes) que possuem a função de fiscalizar e executar as diretrizes ambientais fixadas;
- Órgãos Seccionais: são representados por órgãos ou entidades estaduais que tem a responsabilidades de execução de programas, projetos e pelo controle da fiscalização de atividades que possam degradar o meio ambiente.
- Órgãos Locais: são responsáveis por controlar e fiscalizar essas atividades, representados pelos órgãos ou entidades municipais.

Posteriormente, a Resolução Conama 01/86, estabeleceu a exigência da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto

Ambiental (RIMA) para atividades modificadoras do meio ambiente e entre elas estão as usinas de geração de eletricidade, de qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW.

Essa mesma resolução prevê como deverá ser desenvolvido o EIA e o RIMA, determina que esse estudo deverá ser realizado por equipe multidisciplinar habilitada e que o estudo deverá ser acessível ao público para consulta.

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Artigo 9º - O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

- V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;
- VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;
- VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral). (RESOLUÇÃO CONAMA 01/86).

Após essa resolução, o Art. 225 da constituição federal que prevê que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (CF/88), fixou a exigência da realização de um estudo prévio de impacto ambiental para atividades potencialmente poluidoras.

A maioria dos métodos para avaliação de impactos ambientais resultaram da evolução de outros existentes e é desejável que esses métodos considerem os impactos ambientais quanto a sua relevância e sua magnitude. A definição de qual método será utilizado depende de cada caso que se apresenta, esses métodos apresentam diversas técnicas de quantificação e qualificação dos impactos ambientais. Para escolher o melhor método é necessário que o profissional do meio ambiente converse com o responsável técnico pelo empreendimento para entender bem os processos da obra (BRAGA, *et al.* 2005). Os principais métodos de avaliação de impacto ambiental estão descritos no quadro a seguir.

Quadro 1: Principais métodos de avaliação de impactos ambientais

MÉTODO	CARACERÍSTICAS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
<i>Ad Hoc</i>	Reuniões com participação de técnicos e cientistas especializados	Agilidade na identificação dos impactos prováveis e da melhor alternativa e viabilidade mesmo quando não existem informações suficientes.	Vulnerabilidade a subjetividade e a tendenciosidades na coordenação e na escolha dos participantes.
Listagens de controle	Evolução do método Ad Hoc, são realizadas listas de fatores ambientais potencialmente afetáveis	Simples aplicação, e reduzida a exigência quanto a dados e informações.	Não permitem projeções e previsões ou a identificação de impactos de segunda ordem

Superposição de cartas	Confecção de cartas por superposição de mapas de recursos e uso	Boa exposição de dados e visualização	Resultados subjetivos, não caracterizando a magnitude dos impactos
Redes de Interação	Identifica os impactos primários (causados pelos insumos do projeto) e secundários (causados pelos resultados do projeto)	Identifica as ações que contribuem para a magnitude de um impacto, facilitando a previsão dos mecanismos de controle ambiental, realiza uma forma integrada de impactos e interações.	Só abrange os impactos negativos, não detectam a importância relativa do impacto
Matrizes de interação	Evolução das listagens de controle, pode ser considerado listagem de controle bidimensional (fatores ambientais X ações decorrentes do projeto)	Boa visualização e simplicidade.	Subjetividade na magnitude
Modelos de Simulação	Modelo matemático automatizados	São versáteis na comparação de alternativas, permitem projeções temporais, incorporam relações de variáveis, que podem ser bem complexas.	Dificuldade para encontrar dados em disponibilidade, dificuldade de incorporar fatores estéticos e sociais, possibilidade de induzir decisão

Fonte: Adaptado de (BRAGA, et al. 2005).

A Resolução Conama 279/01, regulamentou o licenciamento ambiental para empreendimentos necessários ao incremento da oferta de energia elétrica com impacto ambiental de pequeno porte. Essa resolução se aplica segundo o Art. 1º, para empreendimentos elétricos de qualquer fonte de energia alternativa. Segundo essa Resolução o empreendedor, ao solicitar a Licença Prévia deverá apresentar o Relatório Ambiental Simplificado (RAS).

No anexo da mesma resolução está descrito o conteúdo mínimo para elaboração do RAS que deverá conter os seguintes itens:

- Descrição do projeto: contendo objetivos e justificativas do empreendimento, descrição do projeto e opções tecnológicas e locais;
- Diagnóstico e prognóstico ambiental: descrevendo os principais impactos ambientais e sócio-econômicos da implantação e operação da atividade
- Medidas mitigadoras e compensatórias: identificando os impactos que não possam ser evitados, recomendação quanto à alternativa mais favorável e programa de monitoramento e controle.

O RAS veio como uma forma de acelerar o processo de licenciamento ambiental para obras de geração de energia elétrica, visto que esse estudo não é tão detalhado como o EIA/RIMA.

3 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos mais importantes da política nacional pública e, como evidenciado anteriormente, foi instituído na Política Nacional do Meio Ambiente.

Segundo a cartilha emitida pelo tribunal de contas (2004), o licenciamento, apesar de já existir a tempos ainda enfrenta problemas que o afasta de um padrão ideal de funcionamento, isso ocorre pela falta de informação sobre os procedimentos e trâmites requeridos para sua concessão, tornando-o um processo demorado e não tão eficiente.

A resolução Conama 06/86 dispôs sobre modelos para publicação de licenciamento ambiental e foi a Resolução Conama 237/97 que regulamentou o licenciamento ambiental para os empreendimentos.

Essa resolução define que o licenciamento ambiental é um “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras”. E que a licença ambiental define que o poder público expedirá as seguintes licenças:

- Licença Prévia (LP): Que é concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento que tem o prazo de validade de 5 anos
- Licença de Instalação (LI): Autoriza a instalação do empreendimento com um prazo de validade de 6 anos
- Licença de Operação (LO): Autoriza a operação do empreendimento que deverá considerar os planos de controle ambiental e o prazo de validade será de 4 a 10 anos.

Segundo o art. 4º da Resolução 237/97, é competência do Ibama o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos com impacto ambiental significativo de âmbito nacional ou regional, a saber:

- I - localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.
- II - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;
- III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

- IV - destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN;
- V- bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.

E segundo o art. 6º, é de competência dos órgãos municipais e estaduais o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causem impacto ambiental local. Portanto, empreendimentos que abrangem dois ou mais estados são de competência do IBAMA para licenciar; empreendimentos que abrangem dois ou mais municípios são de competência do órgão estadual do meio ambiente para licenciar e empreendimentos locais são de competência do órgão municipal de meio ambiente para licenciar. No caso de o empreendimento ser de abrangência local, mas o município não possuir órgão ambiental, a responsabilidade do licenciamento é transferida para o órgão estadual.

O procedimento do licenciamento ambiental seguirá as etapas estabelecidas no artigo 10º da mesma resolução:

- I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do Sisnama, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do Sisnama, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade (CONAMA 237/97)

A Resolução Conama 237/97 listou os empreendimentos que necessitam de licença ambiental. Segundo o TCU (2004), as licenças são exigidas apenas para

atividades que utilizam recursos ambientais e/ou são capazes de degradar o meio ambiente.

Para empreendimentos de oferta de energia elétrica com impacto ambiental de pequeno porte, a resolução que se aplica é a Resolução Conama 279/01, como já especificada anteriormente. Nessa resolução o prazo de emissão da licença prévia e licença de instalação é de no máximo 60 dias

Foi realizado um estudo denominado de Gargalos do Licenciamento Ambiental do Brasil (2015), que evidenciou as críticas já realizadas sobre o processo de licenciamento ambiental, sendo elas discriminadas a seguir:

- Estudos extensos, de baixa qualidade e focados no diagnóstico: Essa característica reflete a falta de metodologia proposta pelo Ibama, para realizar esses estudos. Quando foi editado o Acórdão 2.212/2009-TCU-Plenário, o TCU perguntou para os analistas ambientais da Diretoria de Licenciamento do Ibama (Dilic) quais eram suas opiniões sobre a metodologia formal para avaliação de impactos e riscos ambientais e a resposta deles está representada no gráfico a seguir (Figura 10), comprovando a falta de metodologia proposta pelo órgão.

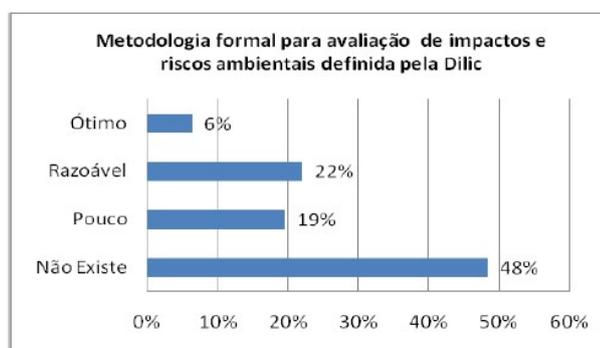


Figura 10: Opinião dos Analistas da Dilic
Fonte: Acórdão 2.212/2009-TCU-Plenário *apud* Hoffman

- Excesso de condicionantes e falta de acompanhamento de sua efetividade: foi identificado que apenas existe um parecer dado pelo analista ambiental atestando se as condicionantes foram cumpridas ou não, e não uma avaliação sobre a mitigação dos impactos e a sustentabilidade do empreendimento.
- Falta de foco no que realmente importa: houve um grande aumento na quantidade de processos e isso pode ter ocorrido devido ao aumento de demanda, à burocratização e à fragmentação do licenciamento.

Um grande empreendimento ao invés de possuir apenas um licenciamento ambiental da obra principal, possui outros processos menores, o que sobrecarrega com a rotina processual dos órgãos reguladores, fazendo com que não tenham uma estrutura para dar valor ao que realmente importa. Por exemplo, uma obra em uma rodovia, traz consigo vários processos de licenciamento de jazidas, além do processo da rodovia.

- Falta de visão holística do processo de AIA e desconsideração dos impactos positivos dos empreendimentos: é necessário que haja uma análise multicritério dos impactos, mesmo que um impacto receba maior peso que outro. Essa análise deve ser integrada e simultânea.

E os impactos positivos, na prática, não são contabilizados para viabilizar os empreendimentos.

- Falta de marco regulatório para as questões sociais e condicionantes que extrapolam as obrigações do empreendedor;
- Multiplicidade de atores com poder discricionário;
- Postergação de estudos e condicionantes em diferentes fases do licenciamento;
- Frequente judicialização dos processos;
- Medo dos analistas ambientais de responderem a processo criminal;
- Ausência de avaliação estratégica;
- Ausência de dados e informações ambientais sistematizadas;
- Excesso de atos normativos;
- Intervenção excessiva do Ministério Público;
- Falta de estrutura e pessoal nos órgãos ambientais;
- Excesso de burocracia, gestão arcaica.

Com todas essas críticas é possível observar a quantidade de problemas que possui o processo de licenciamento ambiental, e como resposta desses problemas as soluções vem com o atendimento das seguintes considerações:

- Incorporar no processo de licenciamento critérios de gestão de risco para priorização das ações;
- Definir em lei a matriz de responsabilidades no licenciamento, esclarecendo que a responsabilidade do empreendedor se limita aos impactos vinculados ao seu empreendimento;
- Elaborar manual técnico sobre AIA;

- Substituir a análise prévia de planos e programas pela edição de manuais de boas práticas, quando possível, que permitam fiscalização direta;
- Estabelecer um acompanhamento sistemático das condicionantes ambientais, priorizadas com base em critérios de risco e potencial de impacto;
- Substituir a análise multidisciplinar por uma análise integrada;
- Substituir a gestão de processos ativos por “gestão de projetos”;
- Enfrentar a crise institucional com diferenciação clara dos agentes responsáveis por agendas temáticas (indigenista, cultural e outras) daquele responsável pelo papel decisório no licenciamento ambiental;
- Capacitar o corpo técnico e garantir remuneração equivalente ao grau de responsabilidade do licenciamento;
- Informatizar o processo de licenciamento;
- Adotar metodologia de gestão da informação;
- Consolidar as normas referentes a licenciamento ambiental. (HOFMANN, 2015)

Sempre antes de iniciar qualquer empreendimento é dever do empreendedor consultar as legislações federais, estaduais e municipais a fim de regularizar o empreendimento.

Com o intuito de analisar e comparar as legislações referentes ao licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas, foram primeiramente analisadas as leis federais para depois analisar as leis pertinentes para cada estado.

Com relação às leis federais, como já descrito anteriormente, para empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental segue a resolução Conama 279/01. E empreendimentos de alto impacto ambiental a Resolução Conama 237/97.

3.1 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

3.1.1 Licenciamento ambiental no Estado do Paraná

O processo de licenciamento ambiental no Estado do Paraná foi regulamentado pela Resolução CEMA nº 065 de 01 de julho de 2008, que prevê critérios e procedimentos para atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente.

Essa resolução estabelece que a licença prévia (LP) será concedida na fase preliminar do empreendimento, aprovando a localização e concepção da obra,

atestando a sua viabilidade ambiental e estabelecendo requisitos que devem ser atendidos na próxima fase. A próxima fase se dá pela licença de instalação (LI), que aprova a instalação de acordo com os planos e programas propostos. E por fim tem a licença de operação (LO) que autoriza a operação da atividade, essa licença poderá ter prazos diferentes, conforme o tipo de empreendimento.

Segundo essa mesma resolução o processo de licenciamento ambiental deve obedecer as seguintes etapas:

- I** - apresentação de requerimento de licenciamento ou autorização ambiental – RLA (Anexo III) pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se quando couber a devida publicidade;
- II** - definição pelo IAP dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do procedimento administrativo correspondente à modalidade a ser requerida, conforme previsto nesta Resolução e demais normas específicas para a atividade;
- III** - apresentação de certidão negativa de passivos ambientais perante o IAP;
- IV** - análise pelo IAP dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas quando necessárias;
- V** - solicitação pelo IAP de esclarecimentos e complementações em decorrência da análise dos documentos, uma única vez, com prazo para apresentação de até 60 (sessenta) dias, prorrogáveis por mais 30 (trinta) dias mediante justificativa;
- VI** - realização de audiência pública e/ou reunião pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- VII** - solicitação pelo IAP de esclarecimentos e complementações decorrentes de audiências públicas, uma única vez, com prazo para apresentação de até 60 (sessenta) dias, prorrogáveis por mais 30 (trinta) dias para atendimento;
- VIII** - emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- IX** - deferimento ou indeferimento do licenciamento ambiental, autorização ambiental, dando-se, quando couber, a devida publicidade. (RESOLUÇÃO CEMA 65/08)

Segundo o artigo 13º dessa resolução, o IAP terá o prazo de até 6 meses para analisar cada modalidade de licença ou autorização ambiental, e no caso de EIA/RIMA, terá o prazo de até 12 meses.

Considerando que os empreendimentos fotovoltaicos possuem baixo potencial poluidor e tem papel importante para a contribuição de uma matriz energética mais limpa, a Portaria do IAP nº19 de 06 de fevereiro de 2017, foi implantada e estabeleceu procedimentos para o licenciamento ambiental desse tipo de fonte energética.

Segundo essa norma caberá ao órgão licenciador o enquadramento dos impactos ambientais desse tipo de empreendimento. O licenciamento será de acordo com a tabela 01.

Tabela 1: Procedimentos para licenciamento de empreendimentos fotovoltaicos no Paraná

Potência	Licenciamento	Tipo de estudo
Acima de 10 MW	Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO)	Estudo de Impacto Ambiental (EIA) Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)
De 5 MW a 10 MW	Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO)	Relatório Ambiental Simplificado (RAS)
De 1 MW a 5 MW	Autorização Ambiental ou Dispensa de Licenciamento Ambiental	Memorial Descritivo
Abaixo de 1 MW	Dispensa de Licenciamento Ambiental/ Inexigibilidade de Licenciamento Ambiental	Dispensado

Fonte: Portaria IAP nº19/17.

Segundo a Portaria 19/17, caso haja supressão de vegetação ou a área em que for alocado o empreendimento possua mais que 1 ha (10.000 m²), o órgão ambiental poderá solicitar outros estudos.

O conteúdo mínimo para elaboração do RAS, segundo termo de referência padrão elaborado em 2009 pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) está descrito a seguir:

1. Caracterização do empreendimento;
2. Área de influência direta e indireta do empreendimento;
3. Caracterização da área;
4. Caracterização da Situação Ambiental;
5. Avaliação dos Impactos Ambientais;
6. Programa de Monitoramento e Acompanhamento
7. Medidas Mitigatórias;
8. Identificação dos responsáveis técnicos.

3.1.2 Licenciamento ambiental no Estado de Santa Catarina

Foi a lei estadual nº 14.675/09 que instituiu o Código Estadual do Meio Ambiente no Estado de Santa Catarina e segundo seu artigo 29º as atividades passíveis de licenciamento ambiental pelo órgão Estadual do meio ambiente são descritas por meio da resolução do Consema.

Segundo essa legislação a avaliação prévia dos impactos ambientais, é realizada por meio do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Estudo Ambiental

Simplificado (EAS) ou Relatório Ambiental Prévio (RAP). O artigo 36º relata que o processo de licenciamento se dará por meio da emissão da Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) e Licença Ambiental de Operação (LAO):

“§ 1º O órgão ambiental competente poderá estabelecer prazos de análise diferenciados para cada modalidade de licença (LAP, LAI e LAO) em função das peculiaridades da atividade ou empreendimento, bem como para a formulação de exigências complementares, desde que observados o seguinte:

I - para a concessão da Licença Ambiental Prévia - LAP, o prazo máximo de 3 (três) meses a contar do protocolo do requerimento, ressalvados os casos em que houver EIA/RIMA e/ou audiência pública, quando o prazo será de até 4 (quatro) meses.

II - para a concessão da Licença Ambiental de Instalação - LAI, o prazo máximo de 3 (três) meses.

III - para a concessão da Licença Ambiental de Operação - LAO, o prazo máximo de 2 (dois) meses.

§ 2º A contagem do prazo previsto no caput deste artigo será suspensa durante a elaboração dos estudos ambientais complementares ou preparação de esclarecimentos pelo empreendedor.

§ 3º A Licença Ambiental Prévia - LAP pode ser emitida com a dispensa de Licença Ambiental de Instalação - LAI, quando:

a) para o licenciamento ambiental não seja exigido Estudo de Avaliação de Impacto Ambiental - EIA;

b) para o licenciamento ambiental seja exigido o Relatório Ambiental Prévio - RAP; ou

c) os pressupostos para emissão de Licença Ambiental de Instalação - LAI estejam presentes no processo de licenciamento. (Lei Estadual 14675/09)

A Resolução Consema nº13 de 21/12/2012, retifica a Resolução Consema nº01/06, e “aprova a listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental passíveis de licenciamento ambiental o estado de Santa Catarina e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento”. E segundo anexo dessa resolução é possível definir os estudos necessários para a realização de um licenciamento ambiental para produção de energia fotovoltaicas no solo, como mostra a tabela 2.

Tabela 2: Tipo de estudos necessários para obter licenciamento ambiental de empreendimentos fotovoltaicos no Estado de Santa Catarina

Potência	Tipo de estudo
De 1 a 10 MW	Relatório Ambiental Prévio (RAP)
De 10 a 30 MW	Relatório Ambiental Prévio (RAP)
Maior que 30 MW	Estudo Ambiental Simplificado (EAS)

Fonte: Consema nº 13/12.

Segundo informações dadas pelo órgão ambiental catarinense, a Fundação do Meio Ambiente (Fatma), para os empreendimentos fotovoltaicos que possuem

potência inferior a 1MW o documento emitido pelo órgão é a certidão de conformidade ambiental, que é um documento para setores produtivos de baixo impacto que comprova que o empreendimento está de acordo com a legislação. Esse documento pode ser emitido automaticamente através do site da Fatma e significa a dispensa de qualquer estudo ambiental.

A Resolução Consema nº01/2006, define um roteiro para a elaboração do RAP e do EAS que está exposto no quadro 2, sendo que o RAP é desenvolvido e assinado por um ou mais profissional legalmente habilitado e envolve uma avaliação dos impactos ambientais, além da proposição de medidas de controle, mitigação e compensação, se couber.

Já o Estudo Ambiental Simplificado (EAS) é caracterizado da seguinte maneira:

“deverá ser elaborado por equipe multidisciplinar composta por profissionais legalmente habilitados, e abordará a interação entre os elementos do meio físico, biológico e socioeconômico, buscando a elaboração de um diagnóstico integrado da área de influência do empreendimento. O EAS deverá possibilitar a avaliação dos impactos resultantes da implantação do empreendimento e a definição das medidas mitigadoras, de controle ambiental e compensatórias, se couberem, necessárias à sua viabilização ambiental” (Resolução CONSEMA nº01/2006)

Quadro 2: Diferença entre o RAP e o EAS

Relatório Ambiental Prévio (RAP)	Estudo Ambiental Simplificado (EAS)
1) Caracterização do empreendimento: contendo características técnicas, obras e ações inerentes à sua implantação, município afetado, indicadores do porte, mão de obra necessária, cronograma de implantação, valor do investimento	1) Objeto do licenciamento: contendo o porte e natureza do empreendimento
2) Caracterização da área: contendo identificação da bacia, feições da área, suscetibilidade do terreno à erosão, cobertura vegetal afetada, APP, unidades de conservação, uso do solo, existência de equipamentos urbanos, vestígios arqueológicos, históricos.	2) Justificativa do empreendimento
3) Impactos Ambientais e medidas mitigadoras, de controle ou de compensação: Descrever processos erosivos, impacto na qualidade da água, decorrentes de poluição atmosférica, supressão de vegetação, descrever interferência na APP, interferência sobre infraestruturas urbanas, conflito de uso do solo, conflito no uso da água.	3) Caracterização do empreendimento: contendo localização, descrição das características técnicas, das obras, estimar mão de obra, estimar custo, cronograma
4) Identificação do Responsável Técnico	4) Diagnóstico Ambiental da área de influência direta: contendo a delimitação da área, compatibilidade com legislação, caracterização do uso do solo, da infraestrutura disponível, das atividades socioeconômicas, da cobertura vegetal e a fauna, da suscetibilidade da área à ocorrência de processos de dinâmica superficial, dos recursos hídricos, vestígios arqueológicos, históricos.
	5) Identificação dos impactos ambientais: identificar os principais impactos que poderão ocorrer.

	6) Medidas mitigadoras, compensatórias e de controle: Para cada impacto descrever a medida mitigadora de controle ou de compensação
	7) Programas ambientais: indicar os programas ambientais necessários para implementar as medidas do item 6
	8) Identificação do responsável técnico

Fonte: Resolução Consema nº01/2006

3.2 COMPARATIVO ENTRE OS DOIS ESTADOS

Ao analisar a tabela 3, é possível perceber a diferença de estudos solicitados pelos dois Estados, isso ocorre devido à falta de padronização nacional dos estudos. Devido à geração de energia fotovoltaica ser relativamente nova no país, ainda não existe um termo de referência que abrange todas as diretrizes necessária para o estudo ambiental desse tipo de empreendimento e ainda não existe uma relação de a partir de qual potência o empreendimento é considerado efetivamente poluidor/degradador do meio ambiente.

Tabela 3: Comparativo dos estudos ambientais necessários para implantar usina fotovoltaica

Potência	Estudo Apresentado	
	Paraná	Santa Catarina
Abaixo de 1 MW	Dispensado	Dispensado
De 1 MW a 5 MW	Memorial descritivo	Relatório Ambiental Prévio (RAP)
De 5 MW a 10 MW	Relatório Ambiental Simplificado (RAS)	Relatório Ambiental Prévio (RAP)
De 10 MW a 30 MW	Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/ Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)	Relatório Ambiental Prévio (RAP)
Acima de 30 MW	Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/ Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)	Estudo Ambiental Simplificado (EAS)

Fonte: Autora, 2017.

Como cada estado possui uma diretriz distinta com estudos ambientais diferenciados, é importante que o técnico responsável pela solicitação da licença ambiental fique atento às legislações estaduais, e não apenas nas legislações federais.

4 SIMULAÇÃO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINA FOTOVOLTAICA

Com o objetivo de exemplificar como funciona o processo de licenciamento ambiental, foi realizada uma simulação de implantação de uma usina fotovoltaica de 6 MW no município de São Jorge D'Oeste, Paraná, em uma área que já se encontra degradada e possui uma subestação próxima. As etapas para obter o licenciamento ambiental são descritas a seguir.

Considerando que a área está situada no estado do Paraná, a legislação vigente para esse tipo de empreendimento é a Portaria 19/2017, que prevê que para empreendimentos de 5 MW a 10 MW, é necessário obter a LP, LI e LO, sendo que o estudo necessário será o Relatório Ambiental Simplificado (RAS).

Se a área fosse no Estado de Santa Catarina, para uma usina de 6 MW, o estudo solicitado seria o RAP e não o RAS.

Como forma de mostrar o aprofundamento do estudo, foi realizado um exemplo de RAS, contendo o mínimo de informações necessárias, para protocolar no Instituto Ambiental do Paraná. Como a escolha da área foi aleatória, alguns dados não são possíveis de serem informados.

4.1 RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO (RAS)

Esse estudo será elaborado baseado em dados secundários, considerando uma área aleatória. Os dados obtidos não foram confirmados com visita em campo, e as análises não foram elaboradas por profissionais habilitados de cada área, como deve ser realizado.

4.1.1 Caracterização do Empreendimento

O empreendimento é caracterizado pela implantação de uma usina fotovoltaica de 6 MW no município de São Jorge D'Oeste, Paraná. Inicialmente será instalada uma usina de 6 MW, mas como a área é extensa, existe a possibilidade de expandir a usina e aumentar sua potência.

A área de interesse dista aproximadamente 20 km do centro da cidade de São Jorge D'Oeste e está alocada próxima a usina hidrelétrica do Salto Osório com uma área de 899.984 m². As figuras 11 e 12 indicam a localização da área estudada.

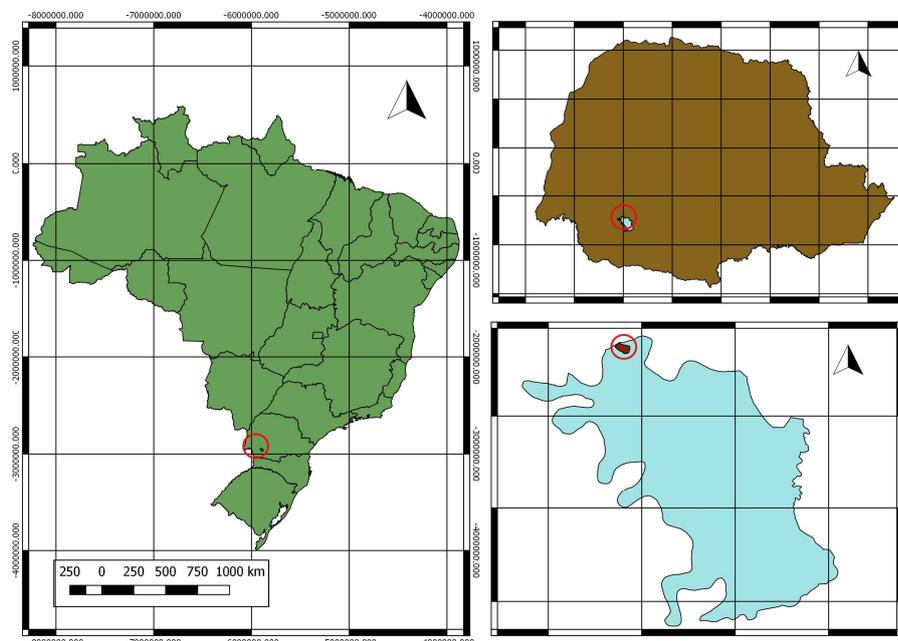


Figura 11: Macrolocalização da área de interesse.
Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.



Figura 12: Delimitação da área.
Fonte: Adaptado de Google Earth, 2017.

A localização de onde será implantada a usina de 6 MW está determinada pela linha vermelha (foi estimada uma área de aproximadamente 90.000 m²) e a área total para expansão do empreendimento está identificada pela cor amarela (área

aproximada de 900.000 m²). Nota-se também a existência de um acesso próximo à área, caracterizado pela rodovia PR-475. As condições dessa estrada são boas e favoráveis para a implantação do empreendimento.

4.1.2 Caracterização das áreas de influência do empreendimento

A delimitação das áreas de influência consiste em determinar os limites geográficos que serão afetados na fase de implantação e operação do empreendimento.

As áreas de influência podem ser divididas em área diretamente afetada (ADA), área de influência direta (AID) e área de influência indireta (AII), para defini-las foi levado em consideração as interferências que o meio físico, biótico e socioeconômico sofrem com a implantação da usina fotovoltaica. A definição de cada uma dessas áreas está determinada a seguir (Figura 13 e Figura 14):

- A ADA é caracterizada pela área que será influenciada diretamente pela implantação da usina fotovoltaica, ou seja, é o espaço físico em que será implantado o empreendimento.
- A AID corresponde à área que sofrerá os impactos diretos da implantação e operação do empreendimento, tanto no meio físico, como biótico e socioeconômico.
- A AII representa a área onde são esperados os efeitos indiretos no meio físico, biótico e sócioeconômico devido à implantação e operação da usina fotovoltaica.

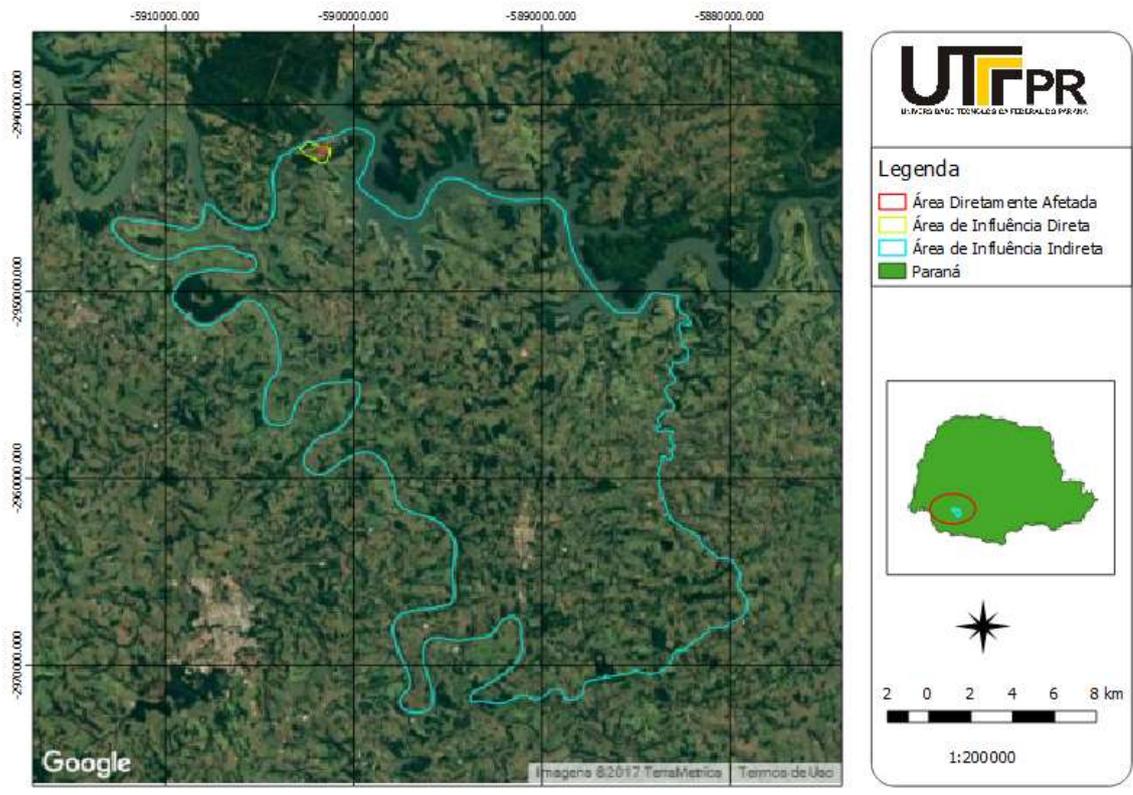


Figura 13: Delimitação das áreas de influência – ADA, AID, AI
Fonte: Autora, 2017

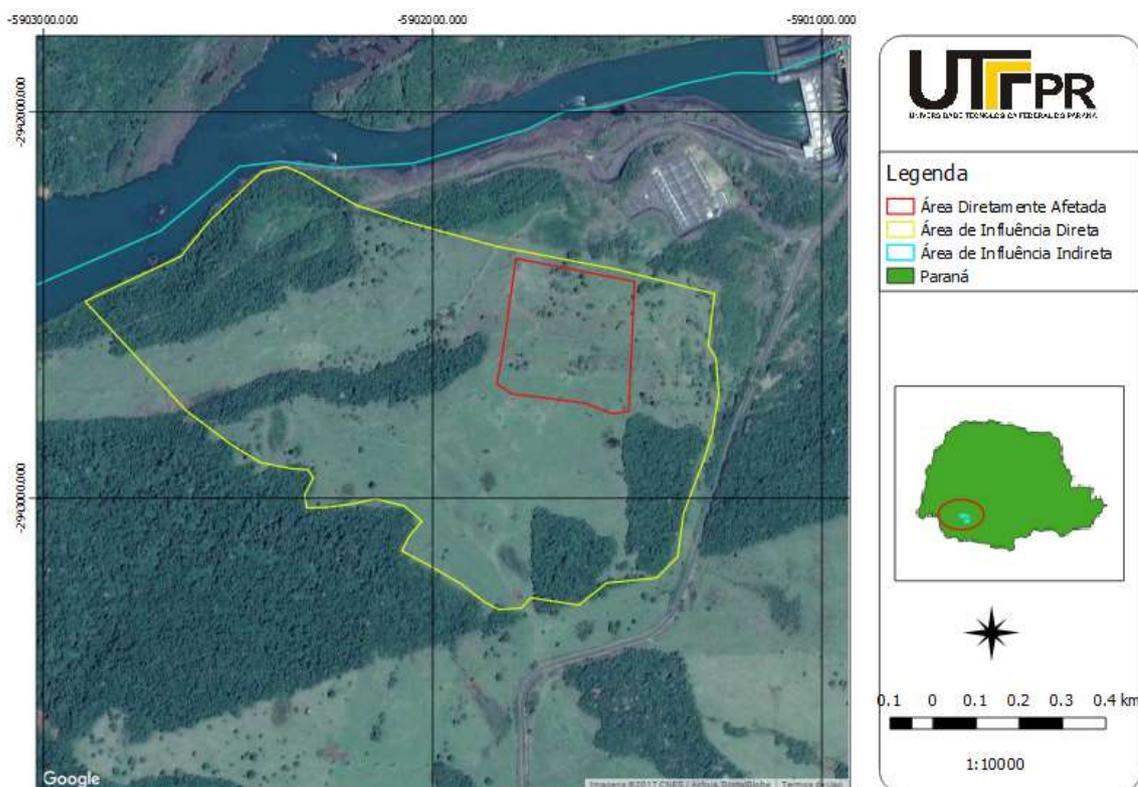


Figura 14: Delimitação das áreas de influência – AID, AI
Fonte: Autora, 2017

4.1.3 Diagnóstico e prognóstico ambiental

O diagnóstico ambiental evidencia como está a situação atual da área, sem a implantação da usina fotovoltaica, como esse estudo é uma simulação, é feita uma breve descrição de cada tema, baseado apenas em dados secundários.

O prognóstico ambiental visa evidenciar o cenário futuro das condições físicas, bióticas e sociais depois de instalar o empreendimento. Após evidenciar as três situações é possível identificar os impactos que ocorrerão no local.

4.1.3.1 Meio Físico

a) Clima

O sistema de classificação climática de *Köppen*, é baseado na temperatura, vegetação e pluviosidade. Na área de estudo o clima é caracterizado como Cfa, que é caracterizado como um clima subtropical, possuindo no mês mais quente uma temperatura média acima de 22°C e no mês mais frio, temperatura média de abaixo dos 18°C. Os verões são quentes e são caracterizados por terem tendência a uma alta concentração de chuvas. As geadas são pouco frequentes e não possui uma estação seca definida (IAPAR, 2000). A figura 15 caracteriza a classificação climática do estado do Paraná.

A primeira letra da classificação de *Köppen* representa as características gerais do clima da região, no caso “C” representa clima subtropical, a segunda letra representa as particularidades do regime de chuva no caso da letra “f” o significado é que a região sempre é úmida. Já a terceira letra tem relação com a temperatura característica da região, a letra “a”, representa que o verão é quente. (GALVANI)



Figura 15: Classificação climática
Fonte: IAPAR, 2000.

Segundo cartas elaboradas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), a precipitação encontrada na área possui uma média anual de 1.800 a 2.000 mm por ano. Esta carta está evidenciada na figura 16.

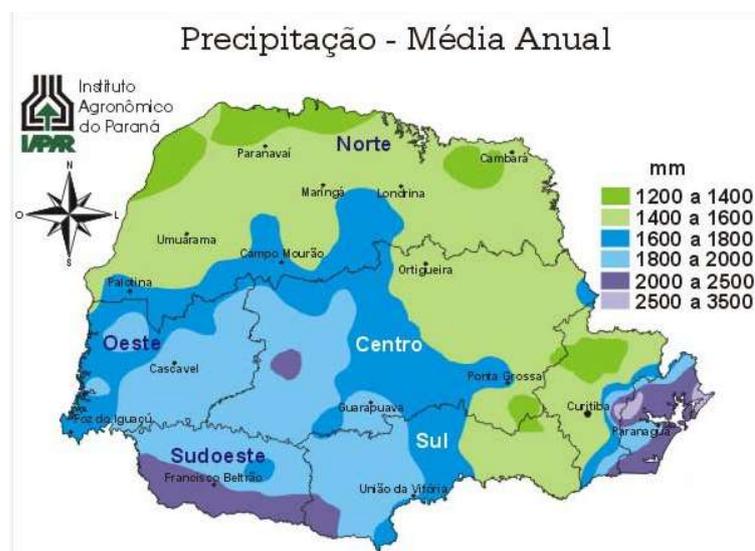


Figura 16: Precipitação média anual
Fonte: IAPAR, 2000.

b) Hidrografia

O rio que delimita a área na porção noroeste da área é o Rio Iguaçu possuindo em seu trecho mais largo na área, 250 m de largura. Esse rio é o maior do estado do Paraná, com uma extensão de 1320 km. É formado pelo encontro dos rios Irai e Atuba,

na divisa do município de Curitiba com o município de Pinhais e desagua nas Cataratas do Iguaçu, considerada a oitava maravilha do mundo. A Figura 17 identifica a localização do rio Iguaçu e representa os recursos hídricos encontrados no local.

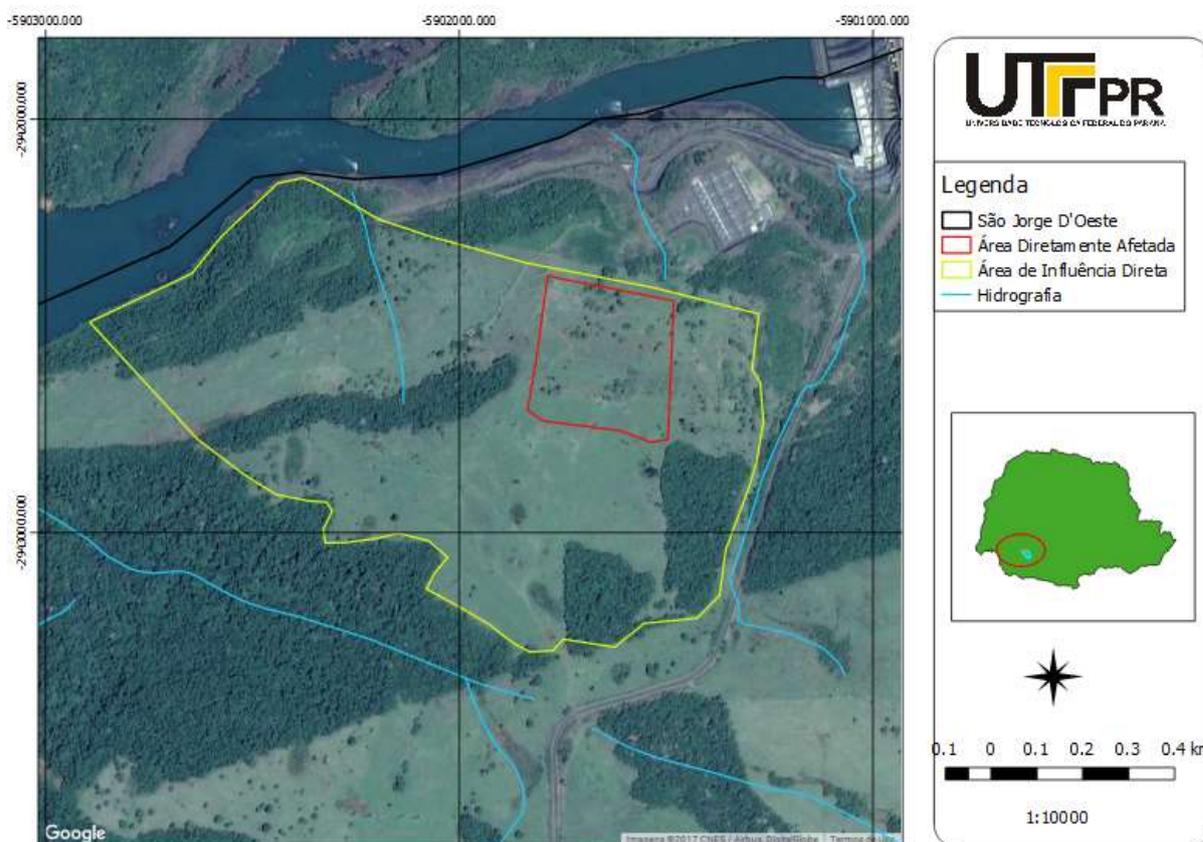


Figura 17: Hidrografia encontrada no local.
Fonte: Adaptado do Instituto das Águas, 2016.

A bacia do rio Iguaçu está dividida em Baixo Iguaçu, Médio Iguaçu e Alto Iguaçu, possui uma área total de 54.820,4 km², o que representa 28% da área total do Estado do Paraná. A disponibilidade hídrica superficial é de 291.000 l/s e a disponibilidade subterrânea é estimada em 72.000 l/s (SEMA, 2010). A figura 18 mostra a divisão das unidades hidrográficas.

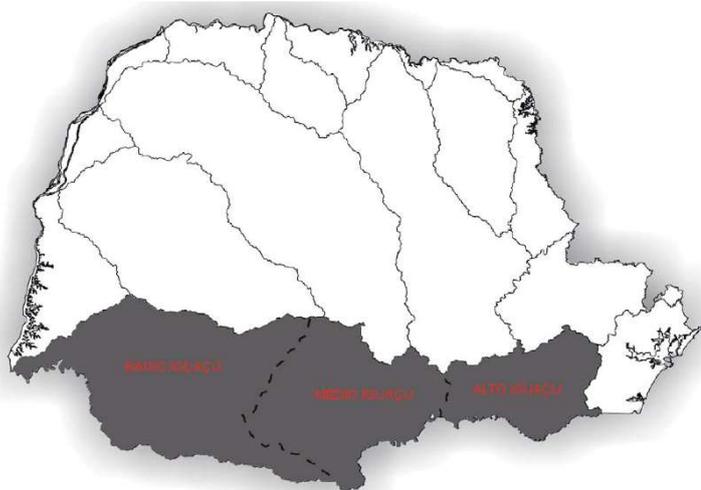


Figura 18: Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu
Fonte: SEMA, 2010.

A bacia possui importantes aproveitamentos hidrelétricos, sendo que um deles é a usina do Salto Osório, com potência de 1.078 MW, usina próxima à área de estudo.

Com relação à unidade aquífera, encontra-se na região a Serra Geral Sul cuja denominação refere-se aos derrames de lavas basálticas no terceiro planalto paranaense, que possui uma área total de 40.864,30km². A água dessa unidade pode ser classificada como bicarbonatada-sódica, com conteúdo médio de sólidos totais dissolvidos de 145 mg/l (Águas Paraná).

c) Pedologia, geologia, geomorfologia

Segundo dados obtidos no Instituto de Terra, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG), o solo encontrado na área de estudo é o Neossolo Litólico Eutrófico, como mostra a Figura 19.

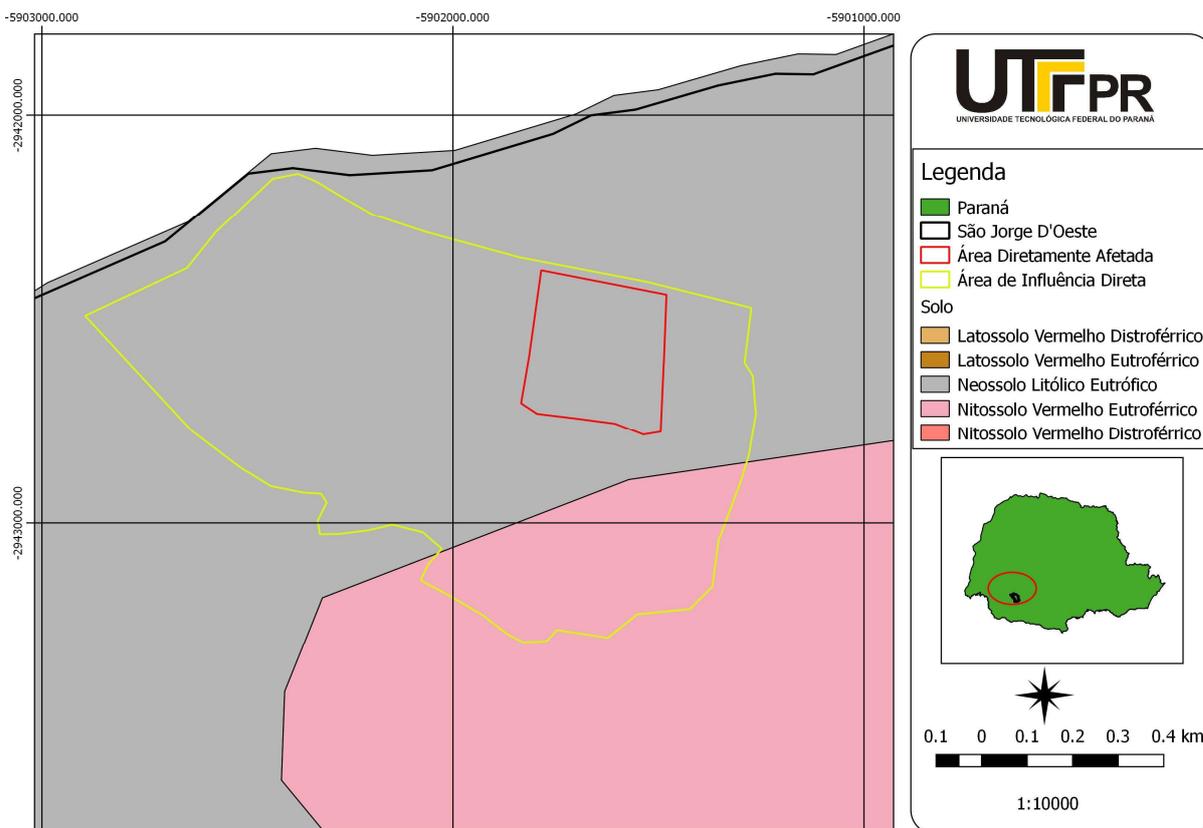
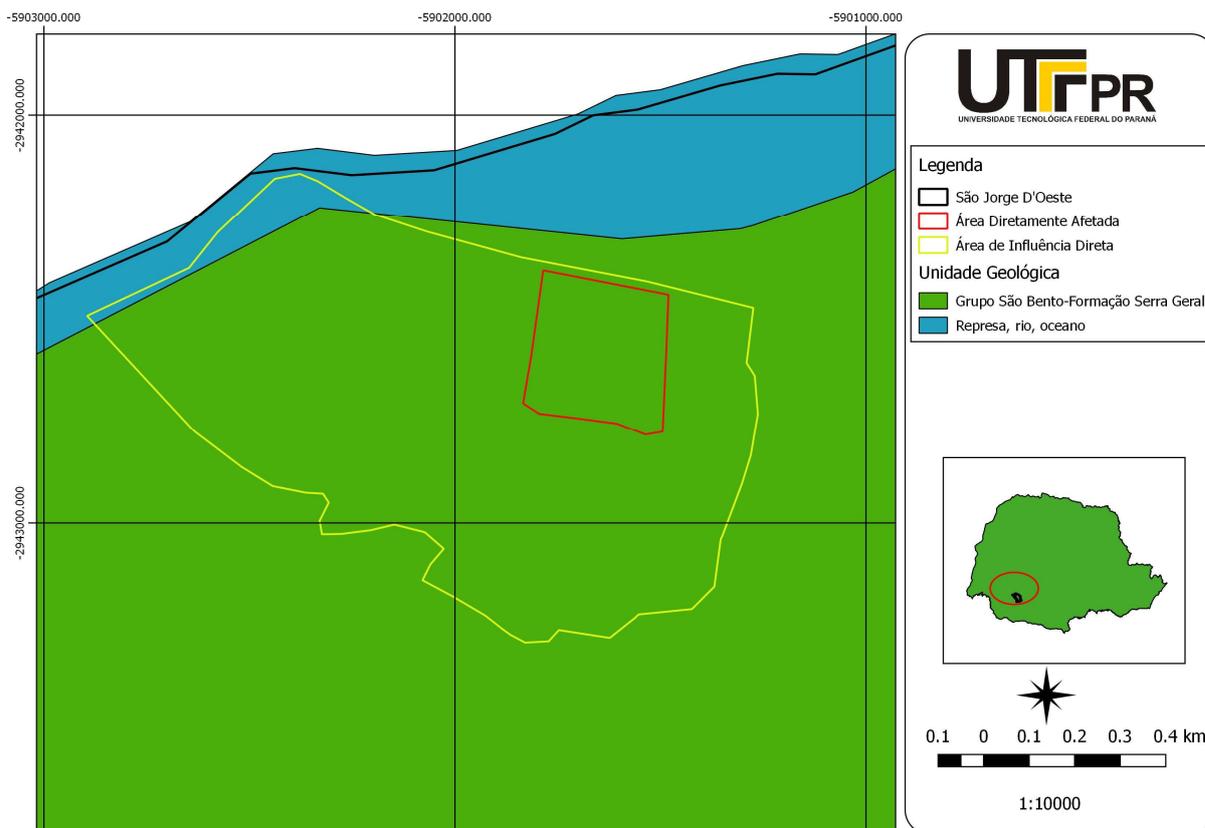


Figura 19: Mapa de solos encontrados na área de interesse.
Fonte: Adaptado de ITCG, 2010.

Segundo a Ageitec (Agência Embrapa de Informação Tecnológica), o Neossolo Litólico é caracterizado por ser um solo raso e ser associado geralmente a terrenos declivosos. Por ser eutrófico, é considerado um solo de alta fertilidade. Devido à pouca profundidade, presença de rochas e ao declive acentuado, o crescimento radicular é limitado e há risco de erosão, com o uso de máquinas para agricultura.

As rochas que compõem o substrato geológico na área de interesse fazem parte da bacia sedimentar do Paraná, Grupo São Bento, Formação Serra Geral. A unidade geológica do Município de São Jorge D'Oeste, está representada na figura 20.



**Figura 20: Mapa da unidade geológica encontrada na área de interesse.
Fonte: Adaptado de ITCG, 2010.**

Os derrames do imenso vulcanismo continental que ocorreram no período Jurássico/Triássico, representados pela Formação Serra Geral, ocupa mais da metade do território paranaense. Com isso foi possível que esta região possua solos de boa qualidade e ocorrência de cobre, ágatas, ametistas e pedra brita. Essa formação é constituída por derrames extensos de rocha ígnea, predominando os basaltos. Essas rochas possuem baixa vulnerabilidade à erosão e ao intemperismo (MINEROPAR, 2001).

A declividade do local em que será implantada a usina de 6 MW na porção sudeste é de 0 a 10%, o que representa um terreno levemente ondulado e na porção noroeste é de 20 a 45% (forte-ondulado). A figura 21 representa a declividade do local.

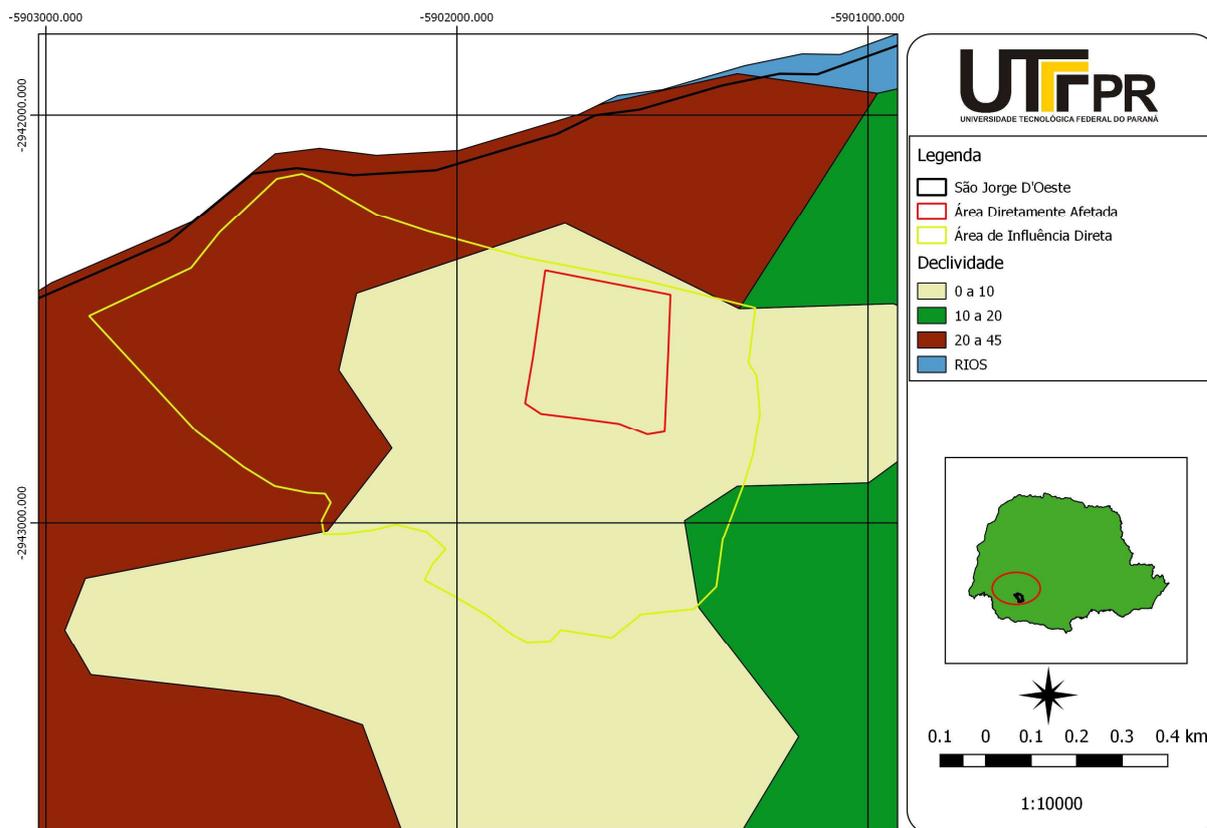


Figura 21: Mapa de declividade encontrada na área de interesse.
Fonte: Adaptado de ITCG, 2010.

4.1.3.2 Meio Biótico

a) Flora

A área está alocada no bioma Mata Atlântica que originalmente possuía uma área de 1.300.000 km², em dezessete estados brasileiros, mas hoje os remanescentes florestais desse bioma ficaram reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e possuem diferentes estágios de regeneração. É estimado que mesmo sendo bem degradada, a mata atlântica possui cerca de 20.000 espécies de vegetais (MMA, 2017).

Segundo o mapa da área de aplicação da Lei n°11.428, de 22 de dezembro de 2006, que delimita as formações florestais e ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica, a área de estudo está alocada entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual.

A Floresta Estacional Semidecidual é definida por ter um período curto de seca acompanhado de acentuada queda de temperatura, com as médias mensais inferiores a 15°C. A lei nº 11.428/06 prevê que na Floresta Estacional Semidecidual a “estacionalidade atinge os elementos arbóreos dominantes, induzindo-os ao repouso fisiológico, determinando uma porcentagem de árvores caducifólias entre 20 e 50% do conjunto florestal”.

A Floresta Ombrófila Mista é caracterizada por uma possuir uma mistura florística rica comportando os gêneros Australásios (*Drymis*, *Araucaria*) e Afro-Asiáticos (*Podocarpus*). O clima desse tipo de floresta é úmido, sem período seco.

Considerando a imagem de satélite do local de análise (Figura 22), é possível verificar que a área já está degradada, ou seja, já ocorreu uma retirada da vegetação na área de interesse. Sendo assim, para a implantação da usina de 6 MW, não haverá necessidade de supressão de vegetação. Somente se a obra de ampliação da usina for ocorrer, que os fragmentos florestais deverão ser analisados por um técnico habilitado para realizar o inventário florestal.



**Figura 22: Mapa do uso do solo da área de interesse.
Fonte: Autora, 2017.**

Ao analisar a imagem, é possível observar também, que a área de preservação permanente (APP) já está preservada. Como o rio possui uma largura maior que 200 m, a APP deve possuir uma faixa marginal de 200 m, e isso é o que ocorre.

Com relação à Unidade de Conservação (UC), a mais próxima da área de estudo é o Parque Nacional do Iguaçu há uma distância de aproximadamente 65 km. Como a UC é distante da área, não interfere no empreendimento.

Como no primeiro momento não haverá supressão da vegetação, esse aspecto não sofrerá impactos com a instalação do empreendimento.

b) Fauna

O Brasil, por possuir um imenso território, é considerado o país com maior patrimônio de biodiversidade do mundo, sendo mais de 120 mil espécies de invertebrados e aproximadamente 8930 espécies de vertebrados (734 mamíferos, 1982 aves, 732 répteis, 973 anfíbios, 3150 peixes continentais e 1358 peixes marinhos), das quais 1173 estão listadas como ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2017).

Considerando que a Unidade de Conservação mais próxima do local é o Parque Nacional do Iguaçu (distância aproximada de 65 km), para obter os dados de fauna, foi consultado o plano de manejo do parque. Porém, como não existe um corredor ecológico entre o parque até a área de estudo, pode ser que algumas espécies observadas no Parque não ocorram efetivamente na área, que já está degradada. Para obter dados mais precisos é necessária a visita de um biólogo no local de implantação do empreendimento.

Como o estudo de fauna do Parque Nacional do Iguaçu é bem denso, foram selecionadas as espécies com maior probabilidade de ocorrência, que estão descritas no quadro 3.

Quadro 3: Algumas espécies encontradas no Parque Nacional do Iguaçu.

Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Ictiofauna
Macuco	Gambá	Cágado-pescoço-de-	Lambari
Inhambús	Macaco-prego	Cobra	Lambari-do-rabo-
Perdiz	Guariba	Jacaré-de-papo-	vermelho
Codorna	Tatu-galinha	amarelo	Lambari-do-rabo-
Mergulhão	Tapiti	Calango	amarelo
Biguatinga	Camondongo	Cobra-de-vidro	Lambarzinho
Biguá	Rato	Lagartixa-de-parede	Saiacanga
Maria-faceira	Preá	Teiú	Canivete
Socó-grande	Capivara	Lagartixa	Traíra
Garça	Cutia	Cobra-cega	Candiru
Socozinho	Cachorro-do-mato	Cobra-cipó	Bagre
Savacu	Quati	Muçurana	Coridoras
Socó-boi	Mão-pelada	Dormideira	Cascudinho
Curicaca	Lontra	Coral-falsa	Cará
Cororó	Onça-parda	Cobra-d'água	Barrigudinho
Urubus	Jaguaririca	Cobra-lisa	Mussum
Marrecão	Anta	Jararacuçu-do-brejo	
Gaviões	Veado	Coral-falsa	
Caracará	Veado-mateiro	Cobra-verde	
Carrapateiro		Dormideira	
Falcões		Cobra-espada	
Quiri-quiri		Coral-verdadeira	
Cauré		Jararaca	
Uru		Jararaca-pintada	
Saracuras		Cascavel	
Galinha-d'água		Sapo-cururu	
Quero-quero		Sapo	
Pombas		Rãs-das-corredeiras	
Parurus		Rã-chorona	
Rolinhas		Sapinho	
Juriti		Razinha-de-barriga-	
Araras		amarela	
Maritacas			
Papagaios			
Anus			
Corujas			
Beija-flor			
Pica-pau			
Entre outros.			

Fonte: Adaptado do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu, 1999.

4.1.3.3 Meio Antrópico

A caracterização do meio antrópico compreenderá breves dados demográficos, sobre o histórico do município e questões de infraestrutura.

Segundo dados do IBGE (2010) a população de São Jorge D'Oeste possui 9.085 habitantes, uma área territorial de 379,545 km², sendo a densidade demográfica de 23,94 hab/km². São Jorge D'Oeste, foi criado como subordinado do município de

Chopinzinho no ano de 1960, e foi considerado município apenas no ano de 1963, com a lei estadual nº 4795/63.

O município, possui 12 estabelecimentos de saúde, no ano de 2015 teve 1112 matrículas para o ensino fundamental e 414 matrículas para o ensino médio. O PIB per capita em 2014 foi de R\$21.719,87 e o Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) em 2010 foi de 0,722.

Com a instalação da usina fotovoltaica no município, é possível que a população seja beneficiada com ofertas de trabalho, haja um crescimento na economia local e que a população tenha uma melhor oferta de energia.

4.1.4 Avaliação de impactos ambientais e medidas mitigadoras

Para a realização da avaliação de impactos ambientais, primeiramente serão listados os principais impactos decorrente da implantação, operação e desativação da usina, a partir da avaliação da interferência do empreendimento com meio, e depois será necessário dar atribuição de valor ou significância para cada impacto. Com isso é possível obter os impactos ambientais significativos e propor medidas de mitigação e definir os planos de controle ambiental para esses impactos significativos.

Para realizar a classificação dos impactos, os atributos destacados foram os seguintes:

- Natureza: Positivo ou Negativo;
- Área de abrangência: ADA, AID ou AII
- Probabilidade de Ocorrência: Rara, Provável, Certa
- Duração: Curta, Cíclica, Longa
- Magnitude: Pequena, Média, Grande
- Importância: Pequena Média, Grande
- Reversibilidade: Irreversível, Parcialmente reversível, Reversível

Cada atributo recebe um valor de acordo com a tabela 3 e de acordo com a soma dos valores é possível evidenciar a significância de cada impacto, de acordo com a tabela 4.

Tabela 4: Valoração dos Atributos

Atributo	1	2	3
Área de abrangência	ADA	AID	All
Probabilidade	Rara	Provável	Certa
Duração	Curta	Cíclica	Permanente
Magnitude	Pequena	Média	Grande
Importância	Pequena	Média	Grande
Reversibilidade	Reversível	Parcialmente reversível	Irreversível

Fonte: Autora, 2017.

Tabela 5: Significância dos impactos

Significância	Valor	Impacto	
		Positivo	Negativo
Não significativo	6 a 9		
Moderadamente significativo	10 a 13		
Altamente significativo	14 a 18		

Fonte: Autora, 2017.

Os principais aspectos e impactos gerados com a implantação do empreendimento estão descritos a seguir com suas as medidas mitigadoras ou compensatórias.

1. Geração de Resíduos Sólidos (Aspecto) - risco de contaminação do solo (Impacto): acontece tanto na fase de implantação, operação e desativação. Na fase de implantação os resíduos se caracterizam por serem domésticos, gerados pelos funcionários, recicláveis provenientes das embalagens dos módulos fotovoltaicos, inversores e transformadores que serão instalados e ainda resíduos perigosos, por conta do manuseio de óleos e graxas, que se forem mal acondicionados, poderão contaminar o solo. Na operação os resíduos gerados serão apenas os domésticos. Na fase de desativação os resíduos gerados serão os módulos fotovoltaicos, inversores, transformadores.
Medida Mitigatória: Elaborar um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos (PGRS).
2. Geração de Efluentes (Aspecto) – Risco contaminação do solo (Impacto): ocorrerá tanto na fase de implantação como na de desativação da obra, que será gerado pelos funcionários do local.
Medida Mitigatória: Inserir banheiros químicos no local, que serão limpos com caminhões bombas que levarão os efluentes até as Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) mais próximas.

3. Geração de ruídos (Aspecto) – Afugentamento da fauna (Impacto): ocorrerá tanto na fase de implantação quanto na fase de desativação da usina, pois para realizar as obras é necessária a utilização de máquinas tanto para perfurar o solo para anexar os módulos como para transportar os materiais.
Medida Mitigatória: Manutenção nos caminhões, resgate da fauna.
4. Implantação da usina fotovoltaica (Aspecto) - Alteração morfológica (Impacto): com a instalação da usina, a instabilidade da superfície poderá gerar mudanças na morfologia do solo com movimentos de massa, ocasionando processos erosivos
Medidas mitigatórias: Será realizado um trabalho de acompanhamento na fase de implantação, para que não se iniciem processos erosivos
5. Aumento da circulação de veículos no entorno do empreendimento (Aspecto) - risco de atropelamento de fauna (Impacto): na fase de implantação e desativação devido ao aumento do tráfego de veículos, poderá ocorrer o aumento do atropelamento da fauna da região.
Medida mitigatória: Adotar medidas de controle de velocidade próximo à área de implantação do empreendimento.
6. Aumento da circulação de veículos no entorno do empreendimento (Aspecto) – Degradação das vias de acesso: Tanto na fase de implantação quanto na fase de desativação, devido ao aumento do tráfego de veículos, as estradas e vias de acesso ao redor da área sofrerão danos.
Medida compensatória: Efetuar obras para conserto de estradas e rodovias, após a instalação e desativação da usina fotovoltaica.
7. Instalação do empreendimento (Aspecto) - Geração de emprego (Impacto): Para a implantação e desativação do empreendimento será utilizada mão-de-obra local beneficiando a população da região
8. Geração de imposto para o município (Aspecto) - crescimento da economia local (Impacto): A quantidade de pessoas empregadas pelas usinas tende a movimentar o comércio local e regional, devido ao aumento da renda e poder de compra de grupos familiares, criando um dinamismo no mercado local
9. Geração de energia elétrica (Aspecto) Aumento da oferta de energia elétrica (Impacto): A implantação da usina proporcionará um aumento na oferta de energia elétrica na região.

O quadro abaixo separa os impactos gerados nas fases de implantação, operação e desativação da usina fotovoltaica.

Quadro 4: Resumo de impactos gerados nas fases de implantação, operação e desativação

Fase de implantação	Fase de operação	Fase de desativação
Risco de contaminação do solo Afugentamento da fauna Alteração morfológica Risco de atropelamento de fauna Degradação das vias de acesso Geração de empregos Crescimento da economia local	Risco de contaminação do solo Crescimento da economia local Aumento da oferta de energia elétrica	Risco de contaminação do solo Afugentamento da fauna Risco de atropelamento de fauna Degradação das vias de acesso Geração de empregos Crescimento da economia local

Fonte: Autora, 2017.

Tabela 6: Matriz de impactos ambientais

Impactos	Nat	Área	Probab.	Duração	Magnitude	Import.	Rever	Total	Significância
1	N	2	2	2	2	3	1	12	
2	N	2	1	2	2	3	1	11	
3	N	2	3	3	3	3	1	15	
4	N	2	2	3	3	3	1	14	
5	N	2	2	2	2	2	3	13	
6	N	3	3	2	2	2	1	13	
7	P	3	3	3	3	3	3	18	
8	P	3	2	2	3	3	1	14	
9	P	3	3	2	3	3	3	17	

Fonte: Autora, 2017.

A partir da matriz de impactos é possível observar que os impactos ambientais mais significativos negativos são o afugentamento da fauna e alteração morfológica do solo e os positivos são a geração de empregos, o crescimento econômico e o aumento da oferta de energia elétrica.

Para os impactos negativos existem três formas de encarar: a primeira é realizar medidas preventivas para que eles não iniciem, a segunda é realizar medidas para mitigar e os que não são possíveis de mitigar, é necessário realizar uma compensação.

4.1.5 Programa de Monitoramento e acompanhamento

Para conduzir de uma forma melhor os impactos negativos significativos, além de atender as medidas mitigadoras propostas no item anterior, serão propostos

programas sócio-ambientais que estão descritos no quadro 4. Esses programas visam a recuperação e preservação do meio ambiente.

Quadro 5: Programas Ambientais Propostos

Programa	Características
Programa de controle de erosão	Esse programa acontecerá desde a fase de instalação do empreendimento, até a fase de desativação, com o intuito de prevenir erosões na área do empreendimento.
Programa de manejo de fauna	Esse programa visa, realizar o resgate da fauna na fase de instalação do empreendimento, com o intuito de garantir a sobrevivência desses animais, evitar acidentes com animais peçonhentos, preservando o meio ambiente
Programa de educação ambiental	Desde a fase de instalação até a fase de operação da usina fotovoltaica, serão elaboradas palestras e oficinas com o intuito de educar a população que será afetada pelo empreendimento. Os trabalhadores que serão responsáveis por implantar e desinstalar a usina receberão treinamentos e orientações quanto à segregação e destinação adequada dos resíduos sólidos.

Fonte: Autora, 2017.

5 CONCLUSÕES

Através desse estudo foi possível observar que ainda existem dificuldades a serem vencidas no processo de licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas. Foram levantadas as resoluções federais e estaduais sobre como funciona o processo de licenciamento ambiental no Brasil e nos Estados do Paraná e Santa Catarina, e assim foi possível observar que não existe uma padronização de estudos. Cada local solicita um tipo de estudo diferente, com aprofundamentos diferentes. Seria interessante que existisse uma legislação federal para regulamentar, simplificar e aprimorar o processo do licenciamento para esse tipo de empreendimento, para que haja um padrão de estudo e o processo se torne mais simples.

Ainda existem entraves que prejudicam o processo de licenciamento ambiental no país, como estudos extensos, falta de metodologia, falta de foco, medo dos analistas de responderem criminalmente e falta de acompanhamento da efetividade dos programas propostos, como descrito anteriormente. Porém, se existisse um termo de referência específico para empreendimentos fotovoltaicos para cada tipo de estudo ambiental proposto pelos órgãos ambientais federais, estaduais e municipais, facilitaria a execução para os profissionais técnicos habilitados pela elaboração desse estudo e a análise para os técnicos dos órgãos ambientais competentes responsáveis pelo julgamento do estudo.

Os estudos ambientais solicitados para empreendimentos fotovoltaicos no Paraná, são o Relatório Ambiental Simplificado para empreendimentos de 5 a 10 MW e o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental para empreendimentos com potência acima de 10 MW. Já em Santa Catarina o Relatório Ambiental Prévio é solicitado para empreendimentos de 1 a 30 MW e o Estudo Ambiental Simplificado é solicitado para usinas fotovoltaicas acima de 30 MW. Nota-se que o processo de licenciamento ambiental para usinas fotovoltaicas é mais simples no estado de Santa Catarina, do que no Estado do Paraná, visto que os estudos solicitados são mais simplificados.

Com a simulação foi possível ter uma ideia de como seria o estudo apresentado ao órgão ambiental paranaense para usinas de 6 MW de potência, o Relatório Ambiental Simplificado (RAS). Porém, para a realização dessa simulação,

foi utilizado um termo de referência padrão de RAS que é utilizado para usinas eólicas, termoelétricas, hidrelétricas e empreendimentos de geração de energia elétrica abaixo de 10 MW. Mas o ideal seria ter um termo de referência específico para usinas fotovoltaicas, visto que os impactos ambientais gerados pela implantação de uma usina fotovoltaica são diferentes dos gerados pela implantação de uma hidrelétrica, usina eólica ou termoelétrica.

Através da elaboração dessa simulação, foi possível identificar os principais impactos ambientais gerados com a implantação da usina fotovoltaica, nota-se que os momentos em que são gerados mais impactos ambientais são na fase de implantação e desativação da usina, com o aumento de tráfego de veículos e pessoas, alteração do solo e geração de resíduos. Já na fase de operação, os principais impactos encontrados são positivos, o que torna essa fonte de energia ainda mais vantajosa.

Como continuidade dos estudos é necessário que seja realizado um estudo visando avaliar o ciclo de vida dos módulos fotovoltaicos e outro estudo verificando os possíveis usos dos módulos fotovoltaicos após a desativação das usinas fotovoltaicas, visando verificar se existe a possibilidade de reaproveitá-los de outra maneira.

REFERÊNCIAS

ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica). **Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira**. São Paulo, junho de 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>> Acesso em: 14 de abril de 2017.

AGEITEC (Agência Embrapa de Informação Tecnológica). **Neossolos Litólicos**. Brasília. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html> Acesso em 26 de maio de 2017.

ÁGUAS PARANÁ (Instituto de Águas do Paraná). **Dados para Download**. Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=79>> Acesso em 27 de maio de 2017.

ÁGUAS PARANÁ (Instituto de Águas do Paraná). **Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas**. Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_2_ParteB_RevisaoFinal.pdf> Acesso em 24 de maio de 2017.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Banco de Informações de Geração**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em 09 de maio de 2017.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Resolução Normativa n°. 482 de 17 de abril de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 abr. 2012.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Resolução Normativa n°. 687 de 24 de novembro de 2015. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2015.

BRASIL. **Lei n. 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em 24 de abril de 2017.

BRASIL. **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção de vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivos/biomas/mata_atlantica/mapa_mata_atlantica_lei_11428_2006_e_decreto6660_2008.pdf> Acesso em 27 de maio de 2017.

BRAUN-GRABOLLE, Priscila. **A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana**. Tese (Doutorado) –

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Formas Alternativas de Energia, Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

CEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente). **Resolução CEMA n. 065, de 8 de julho de 2008**. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=152600&codItemAto=938816>> Acesso em: 26 de maio de 2017.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 25 de abril de 2017.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>> Acesso em: 25 de abril de 2017.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA n. 279, de 27 de junho de 2001**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27901.html>> Acesso em: 25 de abril de 2017.

CRESESB. **Energia Solar Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf> Acesso em: 20 de abril de 2017.

GALDINO, Marco Antonio; PINHO, João Tavares. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, março de 2014. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=481>> Acesso em: 11 de abril de 2017.

GALVANI, Emerson. **Unidades Climáticas Brasileiras**. São Paulo. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/Unidades_Climaticas_Brasileiras.pdf> Acesso em 15 de agosto de 2017.

HAFNER, Andrea Margrit. **A evolução do licenciamento ambiental no Brasil à luz da análise dos impactos e medidas**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2016.

HOFMANN, Rose Miriam. **Gargalos do licenciamento ambiental federal do Brasil**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2015_1868_licenciamentoambiental_rose-hofmann>. Acesso em 02 de maio de 2017.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Portaria IAP n. 19 de 06 de fevereiro de 2017.** Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=3561> Acesso em: 20 de abril de 2017.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Licenciamento Ambiental Relatório Ambiental Simplificado – RAS.** Termo de Referência Padrão. Disponível em: <http://www.ambienteduran.eng.br/system/files/publicador/FORMULARIOS/RAS_RELATORIO_AMBIENTAL_SIMPLIFICADO.pdf> Acesso em: 27 de maio de 2017.

IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná). **Cartas Climáticas do Paraná.** Londrina, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em 22 de maio de 2017.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas.** Brasília, 1995. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/avaliac3a7c3a3o-de-impacto-ambiental-agentes-sociais-procedimentos-e-ferramentas-ibama.pdf>> Acesso em 23 de abril de 2017.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Guia de procedimentos do licenciamento ambiental federal – Documento de referência.** Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/Procedimentos.pdf> Acesso em 29 de maio de 2017.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu.** Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.cataratasdoiguacu.com.br/manejo/siuc/planos_de_manejo/pni/html/index.htm> Acesso em 01 de junho de 2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Bases e referências.** Brasília, 2010. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>> Acesso em 06 de abril de 2017.

ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Estado do Paraná). **Dados e Informações Geoespaciais Temáticos.** Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9>> Acesso em: 06 de abril de 2017.

MINEROPAR (Minerais do Paraná). **Atlas Comentado da Geologia e dos Recursos Minerais do Estado do Paraná.** Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>> Acesso em 27 de maio de 2017.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Mapa da área de aplicação**. Brasília, 2001. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica/mapa-da-area-de-aplicacao>> Acesso em 27 de maio de 2017.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Mata Atlântica**. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>> Acesso em 21 de junho de 2017.

MPX. **Usina Solar de Tauá**. Novembro de 2011. Disponível em: < <http://www.crea-rj.org.br/wp-content/uploads/2011/12/MPX-MAUR%C3%8DCIO-MOSZKOWCZ.pdf>> Acesso em: 07 de maio de 2017.

NAKABAYASHI, Renny Kunizo. **Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Condições Atuais e Perspectivas Futuras**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

NREL, **Renewable Energy Data Book**, 2015.

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna; RUTHER, Ricardo. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. INPE, São José dos Campos, São Paulo, 1ª Edição, 2006.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública do Brasil**. 1. ed. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e Métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina e Textos, 2013.

SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente). **Bacia Hidrográfica do Paraná Série Histórica**. Curitiba, 2010. Disponível em: < http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf> Acesso em: 21 de maio de 2017.

TCU (Tribunal de Contas da União). **Cartilha do licenciamento ambiental**. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.ambiente.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/cart_tcu.PDF> Acesso em: 01/05/2017.

URBANETZ JR, Jair. **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade de energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações Sistemas Isolados e Conectados à Rede**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.