

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Instituto de Ciências Agrárias**  
**Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais**

**Jacson Batista Figueiredo**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**  
**SOBRE A FLORA DO NORTE DE MINAS GERAIS**

**Montes Claros**

**2023**

**Jacson Batista Figueiredo**

**Impactos ambientais de usinas solares fotovoltaicas  
sobre a flora do Norte de Minas Gerais**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientador:** Pedro Guilherme Lemes Alves

**Coorientador:** Fernando Colen

**Montes Claros**

**Fevereiro de 2023**

Figueiredo, Jacson Batista.

F475i Impactos ambientais de usinas solares fotovoltaicas sobre a flora do Norte de  
2023 Minas Gerais [manuscrito]/ Jacson Batista Figueiredo. Montes Claros, 2023.  
47 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Ciências Florestais.  
Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Pedro Guilherme Lemes Alves

Banca examinadora: Pedro Guilherme Lemes Alves, Fernando Colen, Stanley Schettino, Alessandro de Paula Silva.

Inclui referências: f. 30-32; 46-47.

1. Licenças ambientais -- Teses. 2. Energia Solar -- Teses. 3. Regiões áridas -- Teses. 4. Recursos naturais -- Teses. 5. Desbaste Florestal -- Teses. I. Alves, Pedro Guilherme Lemes. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 504:349.6

**Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Agrárias  
Mestrado em Ciências Florestais**

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

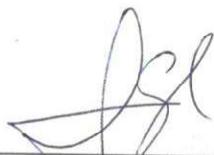
Aos 24 dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e três, às 9:30 horas, sob a Presidência do Professor Pedro Guilherme Lemes Alves, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Fernando Colen, D. Sc. (Coorientador - UFMG/ICA), Alessandro de Paula Silva, D. Sc. (IFNMG – Campus Salinas) e Stanley Schettino, D. Sc. (UFMG/ICA), reuniu-se, presencialmente, a Banca de Defesa de Dissertação de **Jacson Batista Figueiredo**, aluno do Curso de Mestrado em Ciências Florestais. Após a avaliação do referido aluno, a Banca Examinadora procedeu à publicação do resultado da defesa da Dissertação intitulada:

“ IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS  
SOBRE A FLORA DO NORTE DE MINAS GERAIS.”

sendo o aluno considerado (aprovado(a)/reprovado(a)): APROVADO. E, para constar, eu, Professor Pedro Guilherme Lemes Alves, Presidente da Banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 74 do regulamento do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, conforme apresentado a seguir:

**Art. 74 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.**

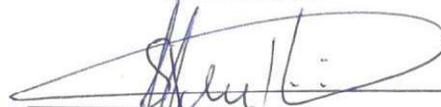


Pedro Guilherme Lemes Alves  
Orientador

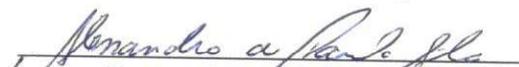
Montes Claros, 24 de fevereiro de 2023.



Fernando Colen  
Coorientador



Stanley Schettino  
Membro



Alessandro de Paula Silva  
Membro

*“Dedico este estudo à minha família, em especial, à minha esposa Franciele e nossos filhos Rafael e Fernanda”*

## AGRADECIMENTOS

Primeiro ao grande e ao todo poderoso bom Deus, pela vida e saúde. Muito obrigado!

À minha esposa, pelo incentivo e apoio de sempre na busca pelos meus objetivos. Muito obrigado!

Aos meus filhos que sempre me impulsionam a ser a melhor versão de mim mesmo. Muito obrigado!

À minha mãe, meus irmãos, meus sobrinhos, meus tios e meus primos; pelo apoio nos momentos difíceis, pelas alegrias sempre presentes nos momentos de reencontro. Muito obrigado!

Ao Orientador, Professor Pedro Guilherme Lemes Alves e ao Coorientador Professor Fernando Colen, pela orientação desta dissertação e por todo o apoio, compreensão, informações e condições para conseguir concluir este estudo. Muito obrigado!

Ao Instituto de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso de mestrado. Muito obrigado!

## **IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS SOBRE A FLORA DO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL**

### **RESUMO**

O Brasil recebe elevada incidência de radiação solar, o que facilita a instalação de usinas solares fotovoltaicas (UFVs). A energia fotovoltaica é renovável, não emite gases de efeito estufa na geração de energia como os combustíveis fósseis e contribui para a diversificação e descentralização da matriz energética brasileira. Porém gera impactos ambientais, durante sua implantação e operação, como a perda de habitat da fauna, movimentação de solo para terraplanagem e remoção da cobertura vegetal. Por isso é passível de licenciamento ambiental. Pareceres emitidos por órgãos ambientais contêm informação sobre os impactos ambientais gerados, e sua análise pode ajudar a formar políticas para a instalação e licenciamento de UFVs. O objetivo deste estudo foi catalogar o número e a distribuição das licenças ambientais concedidas para empreendimentos fotovoltaicos e qualificar e quantificar suas intervenções sobre a flora, na região Norte de Minas Gerais, Brasil, até o ano de 2022. Foram usados dados de autorizações, certificados e pareceres, para projetos de UFVs com potência maior que 5MW, deferidos pelos órgãos ambientais de Minas Gerais, Brasil. As microrregiões de Janaúba e Pirapora tiveram maior número de projetos. As primeiras licenças foram concedidas, em Pirapora entre 2015 e 2017. Pirapora teve maior supressão de vegetação nativa, enquanto a maior parte das UFVs, em Janaúba, foi projetada, em áreas antropizadas, com necessidade do corte de árvores isoladas, remanescentes nas áreas. Pirapora demandou mais corte de espécies imunes ou protegidas. A área autorizada, para a supressão no bioma Cerrado, foi oito vezes maior que para a Floresta Estacional Decidual. A instalação e operação de UFVs, no Norte de Minas Gerais, causam impactos sobre a vegetação nativa e espécies imunes ou ameaçadas.

Palavras-chave: Licenciamento Ambiental. Energia Solar. Semiárido. Vegetação Nativa. Supressão Florestal.

## **ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PLANTS ON THE FLORA IN THE NORTH OF MINAS GERAIS, BRAZIL**

### **ABSTRACT**

Brazil has a high incidence of solar radiation, which is contributive to the installation of photovoltaic solar plants (PVSP). Photovoltaic energy is renewable, does not emit greenhouse effect gases to generate energy, in the way fossil fuels do, and contributes to the diversification and decentralization of the Brazilian energy matrix. However, their implementation and operation has environmental impacts, such as the loss of fauna habitat, earthmoving and the removal of vegetation cover in site preparation, which are thus environmental licensing passives. The analysis of opinions from environmental agencies containing information on the resulting environmental impact may help in the policy-making for the installation and licensing of PVSP. The objective of this study was to catalogue the number and distribution of environmental licenses granted to photovoltaic businesses and to qualify and quantify their impact on the flora in the North region of Minas Gerais, Brazil, up to the year of 2022. The following data have been used: authorizations, certificates and opinions for PHSP projects with a power greater than 5MW approved by environmental agencies in Minas Gerais, Brazil. The microregions of Janaúba and Pirapora have seen the greatest number of projects approved. The first licenses were granted in Pirapora between 2015 and 2017. Pirapora had the greatest suppression of native vegetation, while most of the PVSP in Janaúba were designed in anthropized areas and only isolated trees remaining in this area needed to be cut down. The Pirapora area demanded felling a larger number of species immune to cutting or protected. The area authorized for suppression in the Cerrado Biome area was eight-fold greater than that in the Deciduous Seasonal Forest. The installation and operation of PVSP in the North of Minas Gerais has had an impact on the native vegetation and on immune-to-cutting and threatened species.

Keywords: Environmental Licensing. Solar Energy. Semi-arid. Native Vegetation. Forest suppression.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fragmentação da radiação Solar.....	14
Figura 2 -	Cinturão Solar.....	15
Figura 3 -	Radiação direta normal, diária média anual, em Minas Gerais.....	16
Figura 1 -	Irradiação solar direta normal, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil.....	36
Figura 2 -	Irradiação solar difusa, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil.....	37
Figura 3 -	Irradiação solar global horizontal, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil.....	38
Figura 4 -	Irradiação no plano inclinado, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil.....	39
Figura 5 -	Licenças ambientais concedidas para usinas fotovoltaicas na região Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022.....	40

## LISTA DE TABELAS

Quadro 1 -	Matriz de determinação de potencial poluidor geral.....	21
Quadro 2 -	Matriz de determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor/degradador da atividade e do porte.....	21
Quadro 3 -	Matriz de fixação da modalidade de licenciamento.....	21
Quadro 4 -	Critérios locacionais de enquadramento.....	22
Quadro 5 -	Fatores de restrição ou vedação.....	22
Quadro 6 -	Enquadramento para Usina solar fotovoltaica.....	24
Quadro 7 -	Principais questões e impactos ambientais relacionados a usinas solares fotovoltaicas.....	28
Tabela 1 -	Pedidos de licenciamento e intervenções deferidas para usinas fotovoltaicas na região Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022.....	41
Tabela 2 -	Potencial de geração, área total e eficiência energética de usinas fotovoltaicas por microrregião do Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022.....	41
Tabela 3 -	Intervenções de usinas fotovoltaicas por microrregião do Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022.....	42
Tabela 4 -	Supressão de vegetação nativa por microrregião do Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	- Área de Preservação Permanente
EIA	- Estudo de Impacto Ambiental
GEE	- Gases de Efeito Estufa
IEF	- Instituto Estadual de Florestas
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LABREN	- Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia
LAS	- Licenciamento Ambiental Simplificado
LP	- Licença Prévia
LI	- Licença de Instalação
LO	- Licença de Operação
RAS	- Relatório Ambiental Simplificado
RIMA	- Relatório de Impacto do Meio Ambiente
SEMAD	- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SUPRAM	- Superintendência Regional de Meio Ambiente
UC	- Unidade de Conservação
URFBio	- Unidade Regional de Florestas e Biodiversidades
UFV	- Usina Solar Fotovoltaica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
3.1 Gestão energética no Brasil.....	13
3.1.1 Energia solar fotovoltaica.....	14
3.2 Licenciamento ambiental.....	16
3.3 Licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais.....	20
3.3.1 Critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor.....	20
3.4 Impactos ambientais de um parque solar.....	24
3.4.1 Impactos sobre o meio físico.....	24
3.4.2 Impactos sobre o meio biótico.....	25
3.4.3 Impactos sobre o meio socioeconômico.....	26
3.5 Referências.....	30
<b>4 IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS NA FLORA DO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL</b> .....	32
4.1 Introdução.....	32
4.2 Material e Métodos.....	34
4.2.1 Mapas de zoneamento para a instalação de UFVs.....	34
4.2.2 Avaliação do impacto ambiental sobre a flora.....	34
4.3 Resultados.....	35
4.3.1 Mapas de zoneamento para a instalação de UFVs.....	35
4.3.2 Avaliação do impacto ambiental sobre a flora.....	40
4.4 Discussão.....	43
4.4.1 Mapas de zoneamento para a instalação de UFVs.....	43
4.4.2 Avaliação do impacto ambiental sobre a flora.....	44
4.5 Conclusão.....	45
4.6 Referências.....	46
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47

## **1 INTRODUÇÃO**

Energias limpas, como a energia solar, vieram substituir o petróleo, carvão e outros recursos naturais não renováveis e poluidores com o aumento da demanda energética e das preocupações ambientais. A energia solar fotovoltaica é gerada pela conversão direta da irradiação solar em eletricidade. Células fotovoltaicas que usam o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico são responsáveis pela conversão (IMHOFF, 2007). Sua versatilidade permite a construção de projetos residenciais e projetos maiores, como usinas de produção em larga escala (MARTINS, 2019).

A energia solar foi a fonte com maior incremento de capacidade instalada no mundo, em 2020 e está cada vez mais presente na matriz energética brasileira (BLAKERS et al., 2019; LUNA et al., 2019; LIMA, 2022). Essa representatividade pode aumentar mais com a construção de novas usinas fotovoltaicas (UFVs) (LIMA, 2022). A energia fotovoltaica é vantajosa, em relação aos combustíveis fósseis, por ser renovável, emitir menos gases de efeito estufa, diversificar e descentralizar a matriz energética, aumentar a arrecadação tributária, aproveitar melhor terras pouco produtivas e com baixa densidade populacional, além de gerar emprego e renda (TIBA; DOS REIS; ALVES, 2014).

Os impactos ambientais gerados, desde a fase de extração da matéria-prima, para fabricar os módulos fotovoltaicos, até a instalação da usina fotovoltaica com seus parques solares, devem ser analisados (RAMOS, 2017). Essas usinas podem gerar impactos ambientais, como a perda de habitat da fauna, movimentação de solo para terraplanagem e remoção da cobertura vegetal, durante sua implantação e operação (TURNEY; FTHENAKIS, 2011; TOLMASQUIM, 2016) e, portanto são passíveis de licenciamento ambiental (PERAZZOLI, 2017).

Licenciamento ambiental é o processo de avaliação pelo órgão ambiental competente, quanto à localização, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos considerados efetivos ou possíveis causadores de degradação ao meio ambiente (BRASIL, 1997). Ele busca garantir que medidas preventivas e de controle sejam adotadas (GOMES; SILVA, 2017). Licenças e pareceres emitidos por órgãos ambientais informam sobre impactos ambientais gerados, e sua análise pode ajudar no desenvolvimento de políticas para a instalação e licenciamento de UFVs.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar as licenças ambientais concedidas a usinas solares fotovoltaicas (UFVs), para conhecimento da demanda, distribuição e quantificação dos seus impactos ambientais sobre a vegetação e áreas com restrição ambiental no Norte de Minas Gerais.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar, em ambiente SIG, mapas temáticos de zoneamento, para a instalação de usinas fotovoltaicas (UFVs), no Norte de Minas Gerais;
- Quantificar as licenças ambientais concedidas, para usinas fotovoltaicas (UFVs), no Norte de Minas Gerais, até o ano de 2022;

- Quantificar a distribuição das licenças ambientais concedidas para UFVs, nas microrregiões do Norte de Minas Gerais, até o ano de 2022;
- Identificar as intervenções sobre a flora e áreas de preservação permanente, relacionadas à implantação de UFVs, nas microrregiões do Norte de Minas Gerais, até o ano de 2022;
- Quantificar a área total de vegetação nativa suprimida e o número de árvores isoladas (remanescentes em áreas antropizadas) suprimidas, para implantação de UFVs, nas microrregiões do Norte de Minas Gerais, até o ano de 2022.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Gestão energética no Brasil**

O setor elétrico no Brasil, antes dos anos 90, era operado, majoritariamente, por empresas estatais que apresentavam tarifas uniformes. Muitas empresas do setor, principalmente distribuidoras, foram privatizadas, por meio do Programa Nacional de Desestatização e houve a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para criar regras e fiscalizar o setor (FERNANDINO; OLIVEIRA, 2010). Criado pela Lei nº 9.074, de 1995, o mercado livre de energia visava à livre concorrência e ao estímulo à competitividade entre as empresas do setor, além de redução de custos com energia elétrica e incentivos ao desenvolvimento de novas fontes de geração de energia elétrica (CCEE, 2018).

Em 2000, a Lei federal nº 9.991 exigia que empresas do setor direcionassem 1% da sua receita operacional líquida para desenvolvimento de pesquisas e projetos na área de tecnologia. Ocorreu maior investimento para que as concessionárias desenvolvessem uma visão em longo prazo, com vista a elevar a competitividade e a interação com a população e universidades, bem como estudos e pesquisas diversificadas (FERNANDINO; OLIVEIRA, 2010).

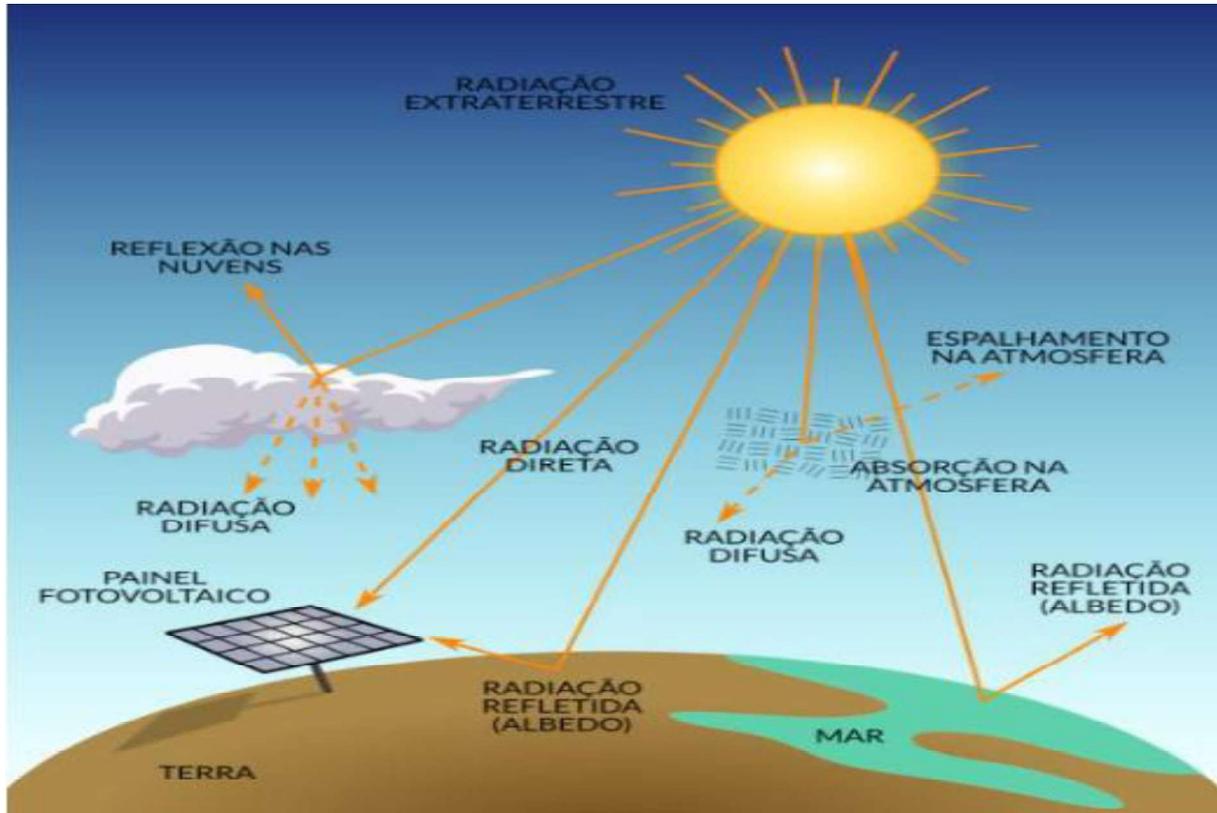
Durante os anos de 1990, as usinas existentes apresentavam riscos de não suprir a demanda energética, em função do esgotamento da capacidade de geração proveniente de fontes hidráulicas e do aumento da demanda energética, provocada pela melhora na economia em função do Plano Real. Com isso, surgiu a necessidade de procurar novas fontes de energia. Com o “Projeto de reestruturação do setor elétrico brasileiro” (Projeto RE-SEB), houve uma reforma e expansão no setor, para atrair capitais privados. Os segmentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica foram separados, e esses últimos dois estão sob regulação do estado (SALGADO; MOTTA, 2005).

Conforme o balanço energético nacional, ano base 2021, o Brasil apresenta uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável (78,1%), com destaque para a fonte hídrica (57%) (MME-BEN, 2022). As energias renováveis têm se configurado como as principais fontes do século XXI, diante de uma crise das fontes tradicionais de energia, em especial, o petróleo, o carvão e a nuclear, que geram passivos sociais e ambientais na contramão da produção sustentável (DE ARAÚJO, 2010).

### 3.1.1 Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada por meio da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isso se dá, por um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que utiliza o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007).

Figura 1 - Fragmentação da radiação Solar

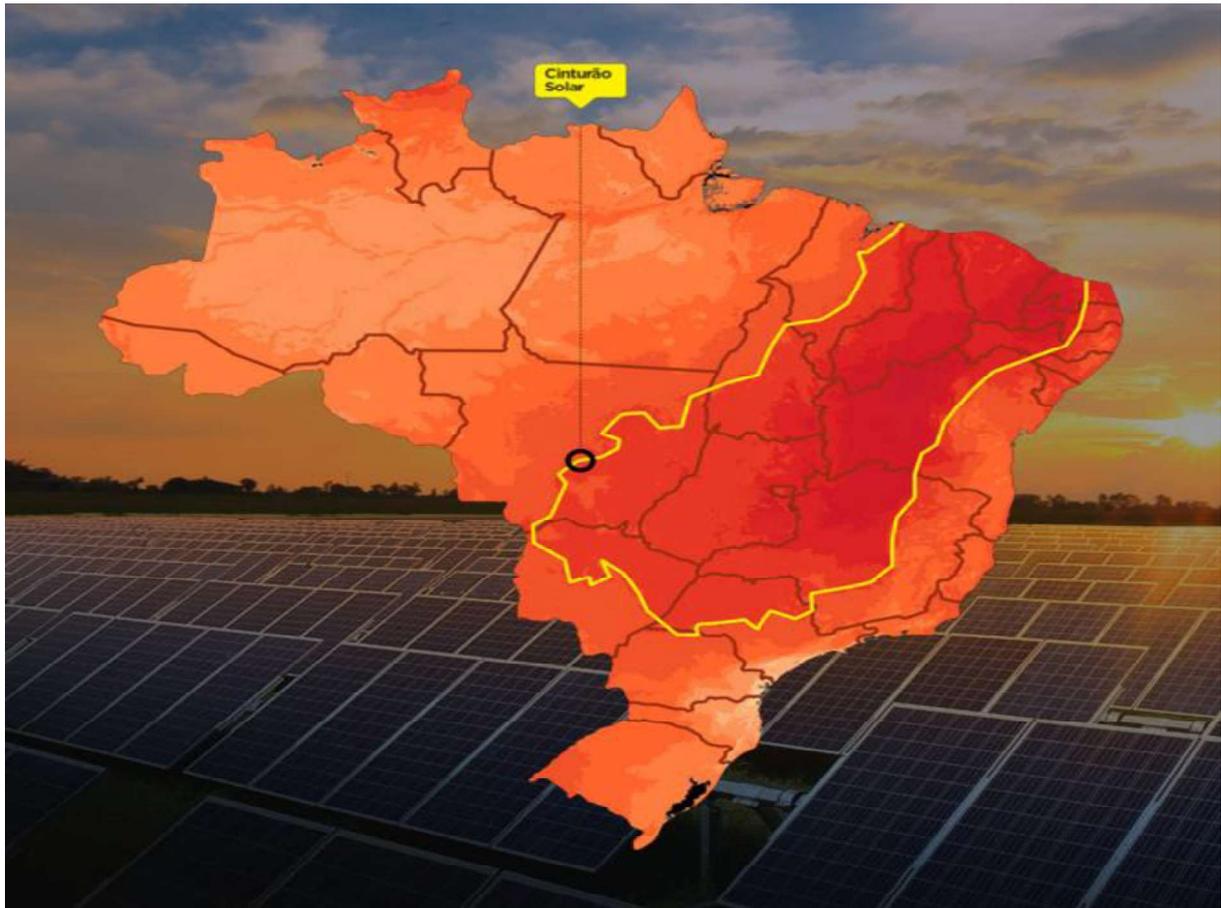


Fonte: INPE, 2017.

A energia solar fotovoltaica surgiu com a necessidade de fornecer eletricidade para locais distantes da rede de distribuição elétrica. O sistema fotovoltaico, em centros urbanos, pode ser implantado em áreas ocupadas, como telhados de residências e coberturas de prédios. Um exemplo é o uso em prédios públicos, que exercem a maior parte de suas atividades no período diurno, coincidindo com o período de produção de energia solar (ZILLES, 2012).

O potencial de geração de energia elétrica por fonte solar das regiões brasileiras foi avaliado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e outras instituições, por meio de uma base de dados satelitais de 17 anos e resultou na criação do “Atlas brasileiro de energia solar”. O maior potencial está no chamado “cinturão solar”, região que abrange do Nordeste ao Pantanal brasileiro. A região Nordeste apresenta um grande potencial de irradiação, ao longo do ano, logo instalar usinas solares na região é vantajoso (PEREIRA, 2019). No entanto a região tem poucas opções de conexão com a rede nacional de distribuição de energia elétrica, o que torna mais cara a interligação dos sistemas fotovoltaicos às redes de distribuição (SÁ, 2020).

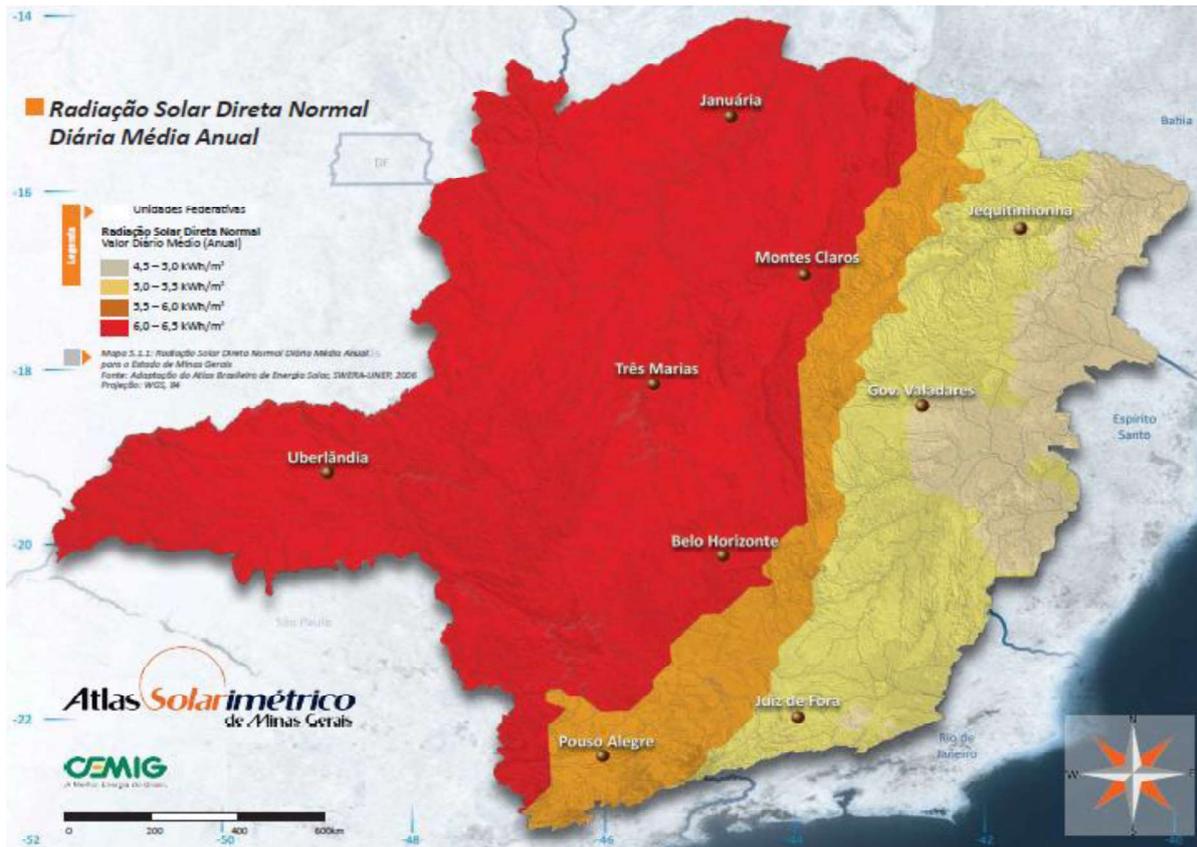
Figura 2 - Cinturão Solar



Fonte: albaenergia.com.br (2022).

A radiação solar, para sistemas fotovoltaicos, deve ser maior que  $2.000 \text{ kWh/m}^2/\text{ano}$ , ou seja,  $5,5 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$  (média diária anual). Todo o lado ocidental do estado de Minas Gerais possui irradiação solar global, diária média anual entre  $5,5$  e  $6,5 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$  (CEMIG, 2016). A irradiação solar global horizontal, no estado de Minas Gerais, varia entre  $4,5$  e  $6,5 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$ , no seu território (CEMIG, 2016).

Figura 3 - Radiação direta normal, diária média anual, em Minas Gerais



Fonte: CEMIG, 2012.

### 3.2 Licenciamento ambiental

O licenciamento ambiental é um processo administrativo pelo qual o órgão ambiental licencia a localização, instalação, ampliação, modificação e a operação de empreendimentos/atividades que utilizam recursos ambientais e são considerados efetivos ou potencialmente poluidores (BRASIL, 1997). Com esse instrumento, busca-se garantir que as medidas preventivas e de controle adotadas nos empreendimentos sejam compatíveis com o desenvolvimento sustentável (GOMES; SILVA, 2017).

A Lei nº 6938/81 definiu que essas atividades (efetiva ou potencialmente poluidoras) deviam ser licenciadas, como está em seu artigo décimo:

*“Art. 10. A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental (BRASIL, 1981)”.*

Conforme a Constituição Federal de 1988, a função de proteger e preservar o meio ambiente é uma obrigação dos estados, porém o IBAMA pode atuar de forma supletiva, em sua ausência ou omissão, de acordo com a Lei 6.938/81, que lhe concedeu a competência para licenciar obras de potencial impacto negativo no âmbito nacional ou regional (impacto sobre dois ou mais estados).

A Resolução CONAMA nº 237/97 apresenta uma lista descritiva exemplificativa de atividades consideradas potencialmente poluidoras, em seu anexo I, as quais necessitam de licenciamento ambiental. O licenciamento é simplificado, para empreendimentos que não causam grandes impactos ambientais, conforme mostrado pelo artigo terceiro da Resolução 237/97 do CONAMA:

*“Art. 3º. A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.*

*Parágrafo único. O órgão ambiental competente, verificando que a atividade ou empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, definirá os estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento”.*

A Resolução do CONAMA nº 001 de 1986, em conjunto com a Resolução nº 237/1997, dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação do impacto ambiental (AIA). A AIA tem como objetivo identificar as consequências que um determinado empreendimento pode gerar. Os procedimentos de investigação são diferentes, pois não se trata de antecipar uma situação, mas de tentar medir o dano ambiental e, ocasionalmente, de valorar economicamente as perdas (passivos ambientais) (OLIVEIRA, 2012). Segundo a Resolução CONAMA 001/86, é considerado impacto ambiental:

*“[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:*

*I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*

*II - as atividades sociais e econômicas;*

*III - a biota;*

*IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*

*V - a qualidade dos recursos ambientais”.*

O licenciamento, para empreendimentos de baixo potencial ambiental negativo, é simplificado, com um respectivo relatório ambiental simplificado (RAS). Em empreendimentos de significativo

impacto ambiental, deverão ser feitos um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). O EIA é um conjunto de estudos feitos por especialistas, nas áreas do projeto e do meio ambiente e visa à caracterização dos aspectos ambientais do empreendimento e à previsão dos impactos ambientais inerentes às fases de planejamento, instalação e operação, em sua natureza, extensão, duração, temporalidade, reversibilidade, magnitude, cumulatividade, sinergia, etc, bem como à sua avaliação no contexto do meio socioambiental. A compatibilização do empreendimento e sua área de influência com a legislação ambiental federal, estadual e municipal incidente devem ser analisadas. Essas etapas são necessárias para subsidiar a tomada de decisão sobre o licenciamento e as medidas que deverão ser tomadas para viabilizar o empreendimento ambientalmente (GARBACCIO; SIQUEIRA; ANTUNES, 2018).

O RIMA deve ser apresentado em volume separado e tem o objetivo de apresentar as conclusões do estudo de impacto ambiental de forma objetiva e adequada à compreensão das comunidades afetadas pelo empreendimento e conferir publicidade de fácil acesso ao conteúdo do EIA a toda a sociedade. Sua linguagem deve ser acessível, permitindo entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como as consequências ambientais de sua implementação. O RIMA subsidia a realização de audiências públicas sobre o empreendimento, quando solicitadas (GARBACCIO; SIQUEIRA; ANTUNES, 2018).

O processo de licenciamento ambiental convencional é composto por três licenças, uma para o planejamento do empreendimento, a licença prévia (LP); uma para a construção, a licença de instalação (LI) e outra para iniciar as operações, a licença de operação (LO). Essas licenças são definidas pelo Decreto nº 99.274/97 (MORAIS, 2010):

- LP (Prazo de validade de cinco anos): tem por base viabilizar o empreendimento. Para isso, inicia o processo de licenciamento pela aprovação do projeto com o órgão ambiental. Para a emissão, devem-se atender os requisitos básicos com relação às fases de localização, instalação e operação. Com o estudo de impactos ambientais, identificação e programas de mitigação de impactos negativos, além de maximização dos positivos, têm-se, então, a verificação da viabilidade do empreendimento. Nessa fase, são feitos os estudos de impacto ambiental, com apresentação dos respectivos relatórios.
- LI (prazo de validade, de no máximo, seis anos): tem como principal objetivo autorizar a instalação do empreendimento. Para sua obtenção, a LP é analisada, verificando se as ações mitigatórias e demais condicionantes para a sustentabilidade do projeto foram seguidas.
- LO (prazo de validade de, no mínimo quatro e, no máximo, 10 anos): tem como função a autorização da operação do empreendimento, conforme o estabelecido nas licenças anteriores. Para a fiscalização do que foi proferido nas licenças anteriores, é feita uma vistoria pelo órgão que está responsável pelo licenciamento (OLIVEIRA, 2012).

Os prazos são limitados, e o órgão ambiental fica responsável por estabelecer a validade de cada licença em relação às condições dos pedidos. Na LP, deve-se considerar o cronograma estabelecido para a elaboração de todos os componentes relacionados ao empreendimento ou atividade. Na LI, é necessário levar em conta o cronograma de instalação do empreendimento ou atividade. Na LO, a consideração está relacionada aos planos de controle ambiental.

A análise dos pedidos das três licenças também tem prazos máximos, assim como é descrito no artigo 14 da resolução CONAMA 237/97:

*“Art. 14. O órgão ambiental competente poderá estabelecer prazos de análise diferenciados para cada modalidade de licença (LP, LI e LO), em função das peculiaridades da atividade ou empreendimento, bem como para a formulação de exigências complementares, desde que observado o prazo máximo de 6 (seis) meses a contar do ato de protocolar o requerimento até seu deferimento ou indeferimento, ressalvados os casos em que houver EIA/RIMA e/ou audiência pública, quando o prazo será de até 12 (doze) meses”.*

Empreendimentos com baixo potencial poluidor, o processo de licenciamento ambiental pode ser feito de maneira simplificada, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 279 de 27 de junho de 2001:

*“Art. 1º. Os procedimentos e prazos estabelecidos, nesta Resolução, aplicam-se, em qualquer nível de competência, ao licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, aí incluídos:*

*I - Usinas hidrelétricas e sistemas associados;*

*II - Usinas termelétricas e sistemas associados;*

*III - Sistemas de transmissão de energia elétrica (linhas de transmissão e subestações);*

*IV - Usinas Eólicas e outras fontes alternativas de energia”.*

Seguindo o processo simplificado, o licenciamento ambiental das usinas solares fotovoltaicas se inicia com a identificação do órgão competente para emitir as licenças. Se o empreendimento se enquadrar no caso do processo simplificado, o responsável pelo empreendimento, assim como o responsável técnico pelo licenciamento serão encarregados de elaborar uma declaração de que o empreendimento de fato se enquadra para o processo simplificado e irão, também, providenciar a solicitação da licença prévia, que então será acompanhada pelo Relatório Ambiental Simplificado (RAS), conforme define a Resolução CONAMA nº 279 de 2001:

*“Art. 2º. Para os fins desta Resolução são adotadas as seguintes definições:*

*I - Relatório Ambiental Simplificado RAS: os estudos, relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentados como subsídio para a concessão da licença prévia requerida, que conterá, dentre outras, as informações relativas ao diagnóstico*

*ambiental da região de inserção do empreendimento, sua caracterização, a identificação dos impactos ambientais e das medidas de controle, de mitigação e de compensação”.*

### **3.3 Licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais**

O Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) de Minas Gerais é formado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), pelos conselhos estaduais de Política Ambiental (COPAM) e de Recursos Hídricos (CERH) e pelos órgãos vinculados: Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), responsável pela qualidade ambiental no estado, Instituto Estadual de Florestas (IEF) responsável pela conservação dos recursos florestais e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) que responde pela intervenção em recursos hídricos (MORAIS, 2010).

A SEMAD tem como missão formular e coordenar a política estadual de proteção e conservação do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos e articular as políticas de gestão dos recursos ambientais, em busca do desenvolvimento sustentável no estado de Minas Gerais. Instituído pelo Decreto nº 18.466, de 29 de abril de 1977, o COPAM, rege-se, entre outras normas, pela Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016 e pelo Decreto Estadual nº 46.953, de 23 de fevereiro de 2016. O COPAM é um órgão colegiado, normativo, consultivo e deliberativo, subordinado administrativamente à SEMAD, por meio da Lei nº 23.304/2019. Conforme dispõe o art. 3º do Decreto nº 46.953/2016, o COPAM tem por finalidade deliberar sobre diretrizes e políticas e estabelecer normas regulamentares e técnicas, padrões e outras medidas de caráter operacional para a preservação e conservação do meio ambiente e dos recursos ambientais (MORAIS, 2010).

As atribuições do licenciamento ambiental em Minas Gerais são exercidas, de acordo com as competências estabelecidas no Decreto Estadual nº 47.042/2016, pela SEMAD, por meio de suas unidades administrativas: as Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAMs), distribuídas por nove regiões do estado e a Superintendência de Projetos Prioritários (SUPPRI). O COPAM, por meio de suas Câmaras Técnicas (CTs), tem atribuição de deliberar sobre as licenças ambientais, de acordo com o disposto no Decreto Estadual nº 46.953/2016 (MORAIS, 2010).

#### **3.3.1 Critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor**

A Deliberação Normativa (DN) Copam nº 217/2017, que entrou em vigor em março de 2018, modernizou, racionalizou e manteve a qualidade técnica, os processos de licenciamento ambiental. A norma estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados, para a definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, no estado de Minas Gerais e dá outras providências (MORAIS, 2010). Todas as UFVs, com potência de geração maior que 5MW, precisam ser licenciadas de acordo com essa DN.

#### **DN COPAM Nº 217, 06/12/2017 (ANEXO ÚNICO)**

1 – Do potencial poluidor geral: O potencial poluidor/degradador das atividades pode ser considerado Pequeno (P), Médio (M) ou Grande (G), em função das características intrínsecas da atividade,

conforme as listagens A, B, C, D, E, F e G. O potencial poluidor/degradador é considerado sobre as variáveis ambientais: ar, água e solo. Para efeito de simplificação, incluem-se, no potencial poluidor sobre o ar, os efeitos de poluição sonora e, sobre o solo, os efeitos nos meios biótico e socioeconômico. O potencial poluidor/degradador geral é obtido a partir do Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Matriz de determinação de potencial poluidor geral

Variáveis Ambientais	Potencial Poluidor/Degradador									
	Variáveis									
Ar/Água/Solo	P	P	P	P	P	P	M	M	M	G
	P	P	P	M	M	G	M	M	G	G
	P	M	G	M	G	G	M	G	G	G
Geral	P	P	M	M	M	G	M	M	G	G

Fonte: DN COPAM Nº 217/2017.

2 – Da fixação da classe do empreendimento: os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente são enquadrados em seis classes que conjugam o porte e o potencial poluidor/degradador do meio ambiente, conforme Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Matriz de determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor/degradador da atividade e do porte

	Potencial poluidor/degradador geral da atividade			
	P	M	G	
Porte do Empreendimento	P	1	2	4
	M	1	3	5
	G	1	4	6

Fonte: DN COPAM Nº 217/2017.

3 – Da fixação da modalidade de licenciamento: as modalidades de licenciamento são estabelecidas pela matriz de conjugação de classe e critérios locacionais de enquadramento, conforme Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Matriz de fixação da modalidade de licenciamento

CRITÉRIOS LOCACIONAIS DE ENQUADRAMENTO		CLASSE POR PORTE E POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR					
		1	2	3	4	5	6
	0	LAS - Cadastro	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2
	1	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT
	2	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT	LAT

Fonte: DN COPAM Nº 217/2017.

4 – Dos critérios locacionais de enquadramento: os critérios locacionais de enquadramento são estabelecidos conforme Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Critérios Locacionais de enquadramento

<b>Critérios Locacionais de Enquadramento</b>	<b>Peso</b>
Localização prevista em Unidade de Conservação de Proteção Integral, nas hipóteses previstas em Lei	2
Supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, considerada de importância biológica “extrema” ou “especial”, exceto árvores isoladas	2
Supressão de vegetação nativa, exceto árvores isoladas	1
Localização prevista em zona de amortecimento de Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou na faixa de 3 km do seu entorno quando não houver zona de amortecimento estabelecida por Plano de Manejo; excluídas as áreas urbanas.	1
Localização prevista em Unidade de Conservação de Uso Sustentável, exceto APA	1
Localização prevista em Reserva da Biosfera, excluídas as áreas urbanas	1
Localização prevista em Corredor Ecológico formalmente instituído, conforme previsão legal	1
Localização prevista em áreas designadas como Sítios Ramsar	2
Localização prevista em área de drenagem a montante de trecho de curso d’água enquadrado em classe especial	1
Captação de água superficial em Área de Conflito por uso de recursos hídricos.	1
Localização prevista em área de alto ou muito alto grau de potencialidade de ocorrência de cavidades, conforme dados oficiais do CECAV-ICMBio	1

Fonte: DN COPAM Nº 217/2017.

5 – Fatores de restrição ou vedação: Os fatores de restrição ou vedação serão estabelecidos conforme Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - Fatores de restrição ou vedação

<b>Fatores</b>	<b>Tipo de restrição ou vedação</b>
<u>Área de Preservação Permanente – APP</u> (Lei Estadual n.º 20.922, de 16 de outubro de 2013)	Vedada a intervenção e/ou supressão nos termos especificados, ressalvados os casos legalmente permitidos.
<u>Área de restrição e controle de uso de águas subterrâneas</u> (Aprovada Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH, em reunião realizada no dia 14.09.2017)	Restrita a implantação de empreendimentos que dependam de utilização de água subterrânea, conforme atos específicos.

<p><u>Área de Segurança Aeroportuária – ASA</u> (Lei Federal n.º 12.725, de 16 de outubro de 2012)</p>	<p>Restrito o uso e ocupação em função da natureza atrativa de fauna na área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio.</p>
<p><u>Bioma Mata Atlântica</u> (Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006)</p>	<p>Vedado o corte e/ou a supressão de vegetação nativa primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração, exceto árvores isoladas nos ternos especificados, ressalvados os casos legalmente permitidos.</p>
<p><u>Corpos d'água de Classe Especial</u> (Resolução Conama n.º 430, de 13 de maio de 2011 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH – MG n.º 01, de 05 de maio de 2008)</p>	<p>Vedado o lançamento ou a disposição nos termos especificados, inclusive de efluentes e resíduos tratados. Nas águas de Classe Especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo d'água.</p>
<p><u>Rio de Preservação Permanente</u> (Lei Estadual n.º 15.082, de 27 de abril de 2004)</p>	<p>Vedada a modificação no leito e das margens, revolvimento de sedimentos para a lavra de recursos minerais nos termos especificados, ressalvados os casos legalmente permitidos.</p>
<p><u>Terras Indígenas</u> (Portaria Interministerial n.º 60, de 24 de março de 2015, do Ministério do Meio Ambiente, da Justiça, da Cultura e da Saúde)</p>	<p>Localização restrita em faixas de 3 km (três quilômetros) para dutos, 5 km (cinco quilômetros) para ferrovias e linhas de transmissão, 8 km (oito quilômetros) para portos, mineração e termoelétricas, 10 km (dez quilômetros) para rodovias ou 15 km (quinze quilômetros) para UHEs e PCHs a partir dos limites de Terras Indígenas.</p> <p>Vedada a implantação ou operação de atividade ou empreendimento em Terra Indígena, ressalvados os casos previamente autorizados pela Fundação Nacional do Índio – FUNAI.</p>
<p><u>Terra Quilombola</u> (Portaria Interministerial n.º 60, de 24 de março de 2015, do Ministério do Meio Ambiente, da Justiça, da Cultura e da Saúde)</p>	<p>Localização restrita em faixas de 3 km (três quilômetros) para dutos, 5 km (cinco quilômetros) para ferrovias e linhas de transmissão, 8 km (oito quilômetros) para portos, mineração e termoelétricas, 10 km (dez quilômetros) para rodovias ou 15 km (quinze quilômetros) para UHEs e PCHs a partir dos limites de Terra Quilombola.</p>

	Vedada a implantação ou operação de atividade ou empreendimento em Terra Quilombola, ressalvados os casos previamente autorizados pela Fundação Cultural Palmares – FCP.
<u>Unidade de Conservação de Proteção Integral</u> (Lei Federal n.º 9.985, de 18 de julho de 2000)	Vedada a implantação de atividade ou empreendimento em Unidade de Conservação de Proteção Integral, ressalvados os casos legalmente permitidos.

Fonte: DN COPAM Nº 217/2017.

6 – Do enquadramento para a atividade de Usina solar fotovoltaica.

Quadro 6 - Enquadramento para Usina solar fotovoltaica

<b>LISTAGEM E – ATIVIDADES DE INFRAESTRUTURA</b>	
E-02-06-2 Usina solar fotovoltaica	
Pot. Poluidor/Degradador	
Ar: P	Água: P Solo: M Geral: P
Porte:	
5 MW < potência nominal do inversor ≤ 10 MW	: Pequeno
10 MW < potência nominal do inversor ≤ 80 MW	: Médio
Potência nominal do inversor > 80 MW	: Grande
(Redação dada pela DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM Nº 235)	
Fonte: DN COPAM Nº 217/2017.	

### 3.4 Impactos ambientais de um parque solar

Usinas fotovoltaicas de geração centralizada geram impactos ambientais e sociais, principalmente, nas fases de instalação e operação (PIMENTEL DA SILVA et al., 2019). Os principais impactos relacionados aos projetos de geração fotovoltaica são a alteração da paisagem e do uso do solo, interferência na fauna e na flora, interferência na infraestrutura local, interferência e perturbação da população local, geração de empregos, perda de postos de trabalho após a conclusão da obra, aumento na arrecadação de tributos e o incremento na economia local (TOLMASQUIM, 2016). Esses impactos podem ser subdivididos em três grupos: meios físico, biótico e socioeconômico, avaliados quanto a seus benefícios e prejuízos, em impactos positivos ou negativos (BARBOSA FILHO et al., 2015).

#### 3.4.1 Impactos sobre o meio físico

Um parque solar gera impactos, no meio físico local, pois há modificações paisagísticas e muita movimentação de recursos humanos, maquinário, equipamentos e materiais que não compõem o meio onde o empreendimento será alocado (LAGRIMANTE, 2018; DE OLIVEIRA CAMPOS, 2021; LIMA, 2022) e devem ser monitorados durante todo o processo. Os impactos mais expressivos no meio físico são:

- **Alteração e/ou degradação da paisagem** - Na implantação de um parque solar, haverá alterações na paisagem que podem variar conforme o porte e o local do empreendimento. Em casos mais severos, a paisagem pode ser deteriorada ou degradada, em que serão necessárias medidas de controle, monitoramento e de mitigação.
- **Geração de resíduos sólidos e riscos de contaminação do solo** - O canteiro de obras pode gerar resíduos sólidos provenientes de atividades humanas. Há também armazenagem e manuseio de produtos químicos, como óleos e graxas, além de materiais de limpeza. Assim, há um risco de potencial contaminação do solo por vazamento ou acondicionamento inadequado e ineficiente desses materiais.
- **Geração de poeiras/gases e alterações na qualidade do ar** - A circulação de veículos e o manuseio de máquinas e equipamentos na área do canteiro, bem como a deposição de materiais diversos e o manejo de materiais terrosos podem causar, durante o andamento das obras, o lançamento de poeiras fugitivas (material particulado) e a emissão de gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, que altera o padrão da qualidade do ar local. As poeiras se depositam sobre áreas de vegetação e/ou em cursos d'água e causam alterações nas paisagens e nos ciclos de suprimento da fauna e da sociedade local.
- **Geração ou acirramento de processos erosivos e alterações do comportamento hídrico e do fluxo hidrológico superficial** - Com o desmatamento e destocamento do terreno, podem ocorrer perdas da camada superficial do solo, pois as raízes carregam volumes de solo superficiais e deixam a superfície mais susceptível a agentes erosivos. Processos naturais de transporte e migração de sedimentos arenosos, para direções mais baixas, como vales de pequenos cursos d'água, podem gerar assoreamento de cursos de drenagens naturais e afetar o comportamento hídrico local. Quando as estradas estiverem efetivamente implantadas e ativas, poderão ocorrer processos erosivos em seus leitos, durante o período chuvoso, se tais vias não forem pavimentadas. Ainda, nessa etapa de implantação, poderão ocorrer alterações no fluxo hidrológico superficial da área de influência direta do empreendimento, pois alguns trechos das vias poderão conter o fluxo natural das águas, diminuindo a superfície de infiltração das águas pluviométricas. Os processos erosivos estão diretamente relacionados à dinâmica de escoamento das águas superficiais.
- **Alterações morfológicas e instabilidade temporária da superfície** - As alterações geotécnicas e na morfologia do solo podem causar instabilidade na sua superfície. No caso da implantação do parque solar, podem ocorrer tais alterações, o que gera instabilidade localizada, no solo e nas bacias de contribuição hídrica de todo o entorno da obra e favorece a movimentação de materiais e sedimentos arenosos e o assoreamento de drenagens naturais, desencadeando processos erosivos.

#### **3.4.2 Impactos sobre o meio biótico**

A construção de um parque solar pode provocar impactos negativos, nos ecossistemas locais, pois modifica os ciclos de desenvolvimento da fauna e da flora, tanto durante a fase de construção quanto durante a permanência do empreendimento. Os impactos mais expressivos no meio biótico são:

- **Perda de cobertura vegetal** - A implantação de sistemas de aproveitamento solar fotovoltaico não se limita a áreas desérticas. Observa-se que a remoção e o destocamento da vegetação, constituintes da cobertura vegetal natural do solo, podem causar impactos ambientais na área de implantação de uma usina solar fotovoltaica.
- **Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais** - A construção de vias de acesso resulta na alteração da dinâmica ambiental da área, como a intensificação da mobilidade de sedimentos arenosos, por ação do vento e das chuvas sobre o solo descampado, que gera ou intensifica processos erosivos e de assoreamento. Poderá causar, ainda, alterações no fluxo hidrológico superficial pela compactação do solo e pela redução de sua permeabilidade. A fragmentação de habitats e as mudanças dos limites naturais das comunidades de espécies locais podem causar escassez de alimentos e forçar uma migração da fauna. Há riscos de desequilíbrio de elos tróficos de cadeias alimentares locais.
- **Afugentamento e fuga da fauna local** - Nos processos de retirada da vegetação e do destocamento para limpeza da área pode ocorrer afugentamento da fauna local para áreas mais seguras. Pode ocorrer ainda a destruição de locais de abrigo para a fauna local e até a eliminação de grupos inteiros da microfauna, pela remoção da vegetação e pelo revolvimento das camadas superficiais do solo.
- **Diminuição de potencial ecológico (atributos ambientais e biodiversidade)** - A diminuição da área de habitat favorável ao desenvolvimento e sustentação de determinadas espécies pode levar à menor abundância regional. A biodiversidade local, medida pela densidade de espécies e correlacionada com os regimes de precipitação e com a disponibilidade de luz solar, pode ser reduzida.
- **Riscos de acidentes com animais ou causados por animais** - As mudanças nas rotas de fuga e nos limites naturais das comunidades, formadas pelas espécies locais, além da remoção de tocas e esconderijos de determinadas espécies, podem causar a fuga de parte da fauna ou ainda sua invasão às áreas do empreendimento.

### **3.4.3 Impactos sobre o meio socioeconômico**

A inserção de um parque solar, em determinada localidade traz consigo impactos sobre o meio socioeconômico, positivos e negativos e pode abranger o entorno do local do empreendimento ou regiões maiores, desde o processo de implantação até sua efetiva operação comercial (DE CASTRO REIS et al., 2014; BARBOSA FILHO et al., 2015; DO EGITO, 2020). Os impactos mais expressivos no meio socioeconômico são:

- **Geração de emprego e renda** - Nesse tipo de empreendimento é contratada mão de obra local ou regional, o que possibilita melhorias na qualidade de vida das comunidades próximas e em populações da região. Essa melhoria é tanto financeira/material quanto emocional. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), 30 empregos (diretos e indiretos) por MW instalado são gerados, em média, em todo o ciclo de vida de usinas fotovoltaicas (ABINEE, 2012).

- **Crescimento da economia local e aumento da arrecadação tributária** - O volume de trabalhadores, empregados no empreendimento pode movimentar as operações comerciais locais e regionais, justamente pelo aumento da renda e do poder de compra dos grupos familiares, que motiva certo dinamismo no mercado local, por maior circulação de moeda. Há ainda uma série de operações comerciais derivadas das necessidades do próprio empreendimento. Com o crescimento do comércio, espera-se o aumento de arrecadação tributária.
- **Aumento do fluxo de veículos** - O aumento do fluxo de veículos pode causar transtornos às comunidades próximas, como poeira, emissão de gases e ruídos, deterioração do sistema viário, que pode causar acidentes com pessoas e animais, ou afastá-los de seu habitat natural.
- **Consumo de materiais** - Pode haver períodos de escassez de determinados materiais. Contudo, com um planejamento adequado, é possível auxiliar os comerciantes locais a se prepararem quanto à questão da disponibilidade e perenidade de seus estoques.
- **Riscos de acidente de trabalho** - Esses riscos se acentuam com o uso de máquinas pesadas, ferramentas de corte e o aumento do fluxo de veículos.
- **Aumento da eficiência dos equipamentos** - A maior aplicabilidade de sistemas fotovoltaicos pode aumentar os investimentos, em projetos de Pesquisa & Desenvolvimento & Inovação, o que, por consequência, exigiria maiores níveis de eficiência dos equipamentos componentes desses sistemas, no intuito de incrementar sua viabilidade técnica e econômica, contribuindo assim, para o desenvolvimento da curva de aprendizado dessa tecnologia.
- **Aproveitamento de fonte de energia** - Haverá um aproveitamento de potencial de uma fonte limpa e gratuita, disponível na natureza, extraindo-se de sua análise de viabilidade econômico-financeira os custos de obtenção de combustível de geração convencional.
- **Melhoria na segurança, confiabilidade e oferta de energia elétrica** - A produção de energia, por meio de fonte renovável é de considerável importância para suprir o setor energético durante períodos de baixa capacidade de produção das usinas hidroelétricas. A descentralização garante menor dependência das fontes convencionais e melhoria da oferta de energia local.

Os principais aspectos ambientais e impactos relacionados aos parques solares, nas diferentes fases do empreendimento (Implantação, Operação e Desativação) e os meios afetados (F= físico, B= biótico e S= socioeconômico) foram definidos com através de uma revisão dos estudos ambientais e de artigos dedicados ao licenciamento ambiental de UFV (Quadro 7) (PERAZZOLI, 2017).

Quadro 7 - Principais questões e impactos ambientais relacionados a usinas solares fotovoltaicas

<b>Fases</b>	<b>Atividades</b>	<b>Impactos ambientais potenciais</b>	<b>Meio</b>
	Terraplanagem e movimentação do solo	Erosão do solo pela alteração da topografia e exposição do solo	F
	Construção de vias de acesso (não pavimentadas)	Assoreamento de cursos hídricos	F
	Montagem das estruturas metálicas de sustentação dos módulos	Geração de resíduos da construção civil	F
	Conexão dos painéis, dos inversores e das estruturas de suporte, que usam solda e chumbo		F
	Instalação dos módulos	Contaminação do solo	F
	Geração de resíduos de construção civil		F
Implantação	Área ocupada pela UFV	Impacto visual (comprometimento da paisagem)	S
		Alteração do uso do solo natural	F
		Remoção e realocação de famílias ou comunidades	S
	Supressão de vegetação	Perda da cobertura vegetal original	B
		Redução do habitat natural de espécies vegetais e animais	B
		Afugentamento da fauna	B
		Riscos de acidentes com animais	B
	Aumento do tráfego de veículos leves e pesados no entorno e interior da área de implantação	Redução na abundância populacional por meio do atropelamento de fauna	B
	Demanda por mão de obra	Geração de empregos diretos e indiretos	S
		Desenvolvimento da qualificação da população do entorno	S
	Aumento da atividade econômica	Aumento da arrecadação de impostos	S
		Aumento de demanda por serviços públicos (saúde, educação, infraestrutura, moradia)	S
Valorização imobiliária		S	
Aumento do fluxo de veículos nas estradas locais		S	

		Comprometimento da paisagem, ofuscamento por reflexão da luz	F/S
	Área ocupada pela UFV	Restrição de ocupação no entorno da UFV, para evitar sombreamento	F
		Aumento da susceptibilidade à erosão do solo pelo maior escoamento superficial	F
	Consumo de água para a limpeza dos módulos	Aumento do volume de escoamento superficial de água (requer construção de sistema de drenagem e contenção da água da chuva)	F
	Cercamento da área (segurança)	Restrição à circulação de certas espécies animais	B
Operação	Sombreamento do solo pelos painéis FV	Alteração do microclima para a vegetação rasteira e pequenos animais	B
	Demanda por mão de obra	Geração/supressão de empregos diretos e indiretos	S
	Aumento da atividade econômica	Aumento da arrecadação de impostos	S
		Valorização imobiliária	S
		Melhoria na oferta de energia elétrica	S
	Geração de energia renovável	Complementariedade com relação a outras fontes de geração de energia elétrica (aumento da confiabilidade do sistema de geração de energia elétrica)	S
		Emissões de GEE evitadas	F
	Geração de resíduos sólidos de construção civil e eletrônicos	Potencial de contaminação do solo e ambiente com metais pesados (chumbo, cromo, compostos bromados)	F
Desativação		Comprometimento paisagístico e degradação ambiental	S
	Desmobilização da UFV	Supressão de postos de trabalho	S

Fonte: Perazzoli, 2017.

Ao todo são 33 impactos ambientais associados às três fases de uma UFV (Quadro 7), em que 10 são relacionados ao meio físico, sete ao biótico, 15 ao socioeconômico e 1(um) ao físico/socioeconômico. A maioria dos impactos físicos e bióticos é considerada negativa e no meio socioeconômico, a maioria é classificada como positiva. A instalação de parques solares, no entanto tem degradação ambiental considerada pouco significativa, já que a maioria dos impactos negativos é mitigável (PERAZZOLI, 2017).

### 3.5 Referências

ABINEE, June et al. Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. ABINEE-Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica., v. 176, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema de Informações de Geração da ANEEL-SIGA. Disponível em: <sisgc@aneel.gov.br>. Acesso em: 07 de nov. de 2022.

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR – 2ª edição – São José dos Campos: INPE, 2017. Acesso em: 22 de abril de 2022.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira et al. Expansão da energia solar fotovoltaica no brasil: impactos ambientais e políticas públicas. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 4, p. 628-642, 2015.

BLAKERS, Andrew et al. Pathway to 100% renewable electricity. IEEE Journal of Photovoltaics, v. 9, n. 6, p. 1828-1833, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2019.2938882>>. Acesso em 23 de junho de 2022.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em 26 de maio de 2022.

BRASIL. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicas e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 29 de maio de 2022.

BRASIL. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 25 de maio de 2022.

BRASIL. Resolução Conama nº 279, de 27 de julho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=277>>. Acesso em 23 de maio de 2022.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). 20 Anos do Mercado Brasileiro de Energia Elétrica – Edição CCEE, São Paulo, 2018.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). 2016. Atlas Solarimétrico de MG-vol. II. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/usina-do-conhecimento/conheca-os-atlas-das-matrizes-energeticas-produzidos-pela-cemig/>>. Acesso em 01 de maio de 2022.

DE ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães. Origem e principais elementos da legislação de proteção à biodiversidade no Brasil. 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/259292671\\_Origens\\_e\\_Principais\\_Elementos\\_da\\_Legislacao\\_de\\_Protecao\\_a\\_Biodiversidade\\_no\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/259292671_Origens_e_Principais_Elementos_da_Legislacao_de_Protecao_a_Biodiversidade_no_Brasil)>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

DE CASTRO REIS, Dartisson et al. ANÁLISE TÉCNICO-JURÍDICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PRESENTES NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS. In: Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS. 2014. Disponível em: <<https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/2140>>. Acesso em 01 de maio de 2022.

DE OLIVEIRA CAMPOS, Davi Ramiro; RODRIGUES, Karine Silva. Impactos e consequências ambientais causados pela instituição de mecanismos geradores de energia. 2021.

DO EGITO DUTRA, Ailton. Impactos Socioeconômicos da Energia Solar Fotovoltaica no Estado da Paraíba. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018. 2020.

FERNANDINO, Jaelton Avelar; OLIVEIRA, Janete Lara de. Arquiteturas organizacionais para a área de P&D em empresas do setor elétrico brasileiro. Revista de Administração Contemporânea, v. 14, p. 1073-1093, 2010.

GARBACCIO, Grace L.; SIQUEIRA, Lyssandro N.; ANTUNES, Paulo de Bessa. Licenciamento ambiental: necessidade de simplificação. Justiça do Direito, v. 32, n. 3, p. 562-582, 2018.

GOMES, Flavia de Faria; SILVA, Christian Luiz da. O conflito resultante do licenciamento ambiental: o cenário das pequenas centrais hidrelétricas no Paraná. Interações (Campo Grande), v. 18, p. 155-168, 2017.

IMHOFF, Johninon et al. Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8608>>. Acesso em 01 de maio de 2022.

LAGRIMANTE, Danilo Miranda et al. Estudo da aplicação de energia fotovoltaica. Revista Pesquisa e Ação, v. 4, n. 1, p. 162-170, 2018.

LIMA, P. D. T. D.; NETO, Manoel Mariano; ABRAHÃO, Raphael. Análise dos processos de avaliação de impacto ambiental em usinas fotovoltaicas no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 03, p. 1260-1273, 2022.

LUNA, Márcia Andréa Rosas et al. Solar photovoltaic distributed generation in Brazil: the case of resolution 482/2012. Energy Procedia, v. 159, p. 484-490, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

MARTINS, Lucas Zolini Ruas et al. Desenvolvimento local a partir da geração centralizada de energia solar fotovoltaica: o modelo regulatório da usina de Pirapora–MG. 2019. Disponível em: <<http://repositorio.fjp.mg.gov.br/handle/123456789/3365>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

MME. Balanço Energético Nacional. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

MORAIS, Ana Flávia de Castro. Trajetória da política ambiental no estado de Minas Gerais e seus desdobramentos sobre o processo de licenciamento ambiental. 2010. Disponível em: <<http://monografias.fjp.mg.gov.br/handle/123456789/1721>> Acesso em: 07 nov. 2022.

OLIVEIRA, Carla Maria Frantz de Vasconcelos. Licenciamento ambiental. 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/147530>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

PERAZZOLI, Débora Lia. Análise do licenciamento ambiental de Usinas Fotovoltaicas no Brasil: Proposta de Regulamentação a Nível Nacional. 2017. 177 pg. Monografia de Especialização em Energias Renováveis - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

PEREIRA, Naron Xavier. Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs geração centralizada. 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/181288>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

PIMENTEL DA SILVA, Gardenio Diogo et al. Environmental licensing and energy policy regulating utility-scale solar photovoltaic installations in Brazil: status and future perspectives. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 37, n. 6, p. 503-515, 2019.

RAMOS, Leonardo Affonso; DURANTE, Luciane Cleonice; CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio. Geração de Eletricidade Abordando o Ciclo de Vida: Uma Revisão Sistemática sob a Ótica da Sustentabilidade Ambiental. *E&S Engineering and Science*, v. 6, n. 1, p. 14-28, 2017.

SÁ, Thainá Rodrigues de. O processo de licenciamento ambiental de usinas solares fotovoltaicas no Brasil. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.106.2020.tde-08022021-141910>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

SALGADO, Lucia Helena; MOTTA, Ronaldo Serôa da. Marcos regulatórios no Brasil: o que foi feito e o que falta fazer. 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3239>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

TIBA, Chigueru; DOS REIS, Rui Bran Januário; ALVES, Melina Amoni Silveira. Estudo de localização de centrais termoelétricas solares de grande porte no estado de Minas Gerais. *Revista Espinhaço*, v. 3, n. 2, p. 49-62, 2014.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

TURNEY, Damon; FTHENAKIS, Vasilis. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, n. 6, p. 3261-3270, 2011.

ZILLES, Roberto. – Energia Solar Fotovoltaica. Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, 2012. Cap 13 – pg 116-120. Disponível em: <[http://ws1.iee.usp.br/biblioteca/producao/2012/Livros/zillesenergia\\_solar.pdf](http://ws1.iee.usp.br/biblioteca/producao/2012/Livros/zillesenergia_solar.pdf)>. Acesso em: 7 de dezembro de 2021.

## **4 ZONEAMENTO E IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS SOBRE A FLORA DO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL**

### **4.1 Introdução**

A economia de um país cresce em função da sua capacidade de gerar energia (VIANA; SILVA, 2014). A energia solar foi, a partir de 2020, a fonte com maior aumento de instalações no mundo (MME-EPE, 2020). Essa tendência foi, também, observada no Brasil, que recebe alta incidência de radiação solar, ideal para a instalação de usinas solares fotovoltaicas (UFV) (ANEEL, 2022).

Energia solar fotovoltaica converte a irradiação solar em eletricidade pelo princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007). Essa tecnologia surgiu para fornecer eletricidade a locais isolados e distantes das redes de distribuição. A energia solar é renovável, não emite gases de efeito estufa, contribui para a diversificação e descentralização da matriz energética nacional, aumenta a arrecadação tributária, utiliza áreas pouco produtivas e com baixa densidade populacional e gera empregos e renda (TIBA; DOS REIS; ALVES, 2014).

A versatilidade da energia solar permite construir pequenos projetos residenciais e projetos maiores, como parques solares para a produção em larga escala (MARTINS et al., 2019). A energia

solar está cada vez mais representativa na matriz energética brasileira e do mundo (BLAKERS et al., 2019; LUNA et al., 2019). Em 2022, havia 1.098 UFVs (> 5MW) com autorização para funcionamento no Brasil, com potencial de geração de 43.000 MW (2,4% do total de energia elétrica produzida no Brasil) (ANEEL, 2022).

As UFVs causam impactos ambientais como a perda de habitat para a fauna, movimentação de solo para terraplanagem e remoção da cobertura vegetal na sua implantação e operação (TURNEY; FTHENAKIS, 2011; TOLMASQUIM, 2016). A construção e operação de uma UFV interferem e alteram o meio ambiente, portanto são passíveis de licenciamento ambiental (PERAZZOLI, 2017).

Licenciamento ambiental é um processo no qual o órgão ambiental verifica a localização, instalação e a operação de empreendimentos ou atividades que usam recursos ambientais e são considerados efetivos ou potenciais poluidores (BRASIL, 1997). O licenciamento busca garantir que esses projetos sejam sustentáveis, para mitigar os impactos ambientais (GOMES; SILVA, 2017). Licenças e pareceres emitidos por órgãos públicos são fonte de informação sobre os impactos ambientais e sua análise ajuda a formar futuras políticas para a instalação e licenciamento de UFVs.

O processo de licenciamento ambiental convencional, no Brasil, é composto por três licenças: uma para o planejamento do empreendimento (licença prévia - LP), uma para a construção (licença de instalação - LI) e outra para iniciar as operações (licença de operação - LO).

UFVs, com potencial de geração maior que 5MW, precisam ser licenciadas, de acordo com a Deliberação Normativa do “*Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais*” (DN COPAM) nº 217, de 06 de dezembro de 2017. Conforme as matrizes de enquadramentos existentes na DN COPAM nº 217, empreendimentos com potência nominal de geração até 80 MW podem ser enquadrados como de baixo impacto ambiental quando, por exemplo, não precisarem suprimir vegetação nativa. Uma “Licença Ambiental Simplificada” (LAS) é requerida, para casos de baixo impacto; no requerimento, é necessário apresentar o Relatório Ambiental Simplificado (LAS/RAS) ou de Cadastro (LAS/Cadastro). Empreendimentos com impacto ambiental maior exigem o estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA). O EIA é um conjunto de estudos que caracteriza os aspectos ambientais e prevê impactos ambientais, nas fases de planejamento, instalação e operação e os avalia no contexto socioambiental do projeto. O RIMA apresenta as conclusões do EIA de forma didática e acessível para comunidades afetadas e outras partes interessadas (GARBACCIO; SIQUEIRA; ANTUNES, 2018).

O licenciamento ambiental, no Estado de Minas Gerais é atribuído à “*Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*” (SEMAD) e ao “*Conselho Estadual de Política Ambiental*” (COPAM), de acordo com o Decreto Estadual nº 47.042, de 6 de setembro de 2016.

Diante dos dados do licenciamento ambiental, o estudo teve como objetivos elaborar mapas temáticos de zoneamento, para as restrições ambientais e irradiação solar e definir as melhores microrregiões, da mesorregião Norte do estado de Minas Gerais, para a instalação de UFVs; verificar o número e a distribuição das licenças ambientais concedidas para a instalação de UFVs e qualificar e quantificar os tipos de intervenção com impactos sobre a flora e áreas com restrição ambiental, na região Norte do estado de Minas Gerais, Brasil.

## 4.2 Material e Métodos

### 4.2.1 Mapas de zoneamento para a instalação de UFVs

Mapas temáticos de zoneamento, para a instalação de UFVs foram elaborados no software de código fonte aberto *Quantum Gis* (Open Source Geospatial Foundation, 2009) (QGis), utilizando camadas vetoriais de irradiação (direta normal, difusa horizontal, global horizontal e no plano inclinado, expressa em Wh/m<sup>2</sup>/dia) e camadas vetoriais com restrições ambientais (malhas ferroviárias e rodoviárias, manchas urbanas, massas d'água, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e unidades de conservação federais, estaduais e municipais).

As camadas vetoriais de irradiação foram obtidas (formato Shapefile) do “*Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia*” (LABREN), do “*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*” (INPE) ([http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017\\_MG.html#mod](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017_MG.html#mod)):

- **Irradiação direta normal ( $G_n$ ):** também conhecida como DNI, é a taxa de energia por unidade de área proveniente diretamente do Sol que incide perpendicularmente à superfície;
- **Irradiação difusa horizontal ( $G_{dif}$ ):** é a taxa de energia incidente sobre uma superfície horizontal por unidade de área, decorrente do espalhamento do feixe solar direto pelos constituintes atmosféricos (moléculas, material particulado, nuvens, etc);
- **Irradiação global horizontal ( $G$ ):** é a taxa de energia total por unidade de área incidente numa superfície horizontal. A irradiância global é dada pela soma  $G = G_{dif} + G_n \cdot \cos(\theta_z)$  em que  $\theta_z$  é o ângulo zenital;
- **Irradiação no plano inclinado ( $G_i$ ):** é a taxa de energia total por unidade de área incidente sobre um plano inclinado na latitude do local em relação à superfície da Terra.

As camadas vetoriais com restrições ambientais foram obtidas (formato Shapefile) do site de “*Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos*” (IDE-Sisema) (<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>).

A delimitação da camada vetorial de áreas não recomendadas ambientalmente, dentro dos limites da mesorregião Norte de Minas Gerais, foi realizada utilizando o software QGis, no qual foram unidas todas as camadas vetoriais com informações ambientais pertinentes, obtidas no IDE-Sisema, para gerar uma camada resultante.

Após a união das camadas relevantes, a área correspondente à sua resultante foi subtraída em cada uma das camadas vetoriais de irradiação.

### 4.2.2 Avaliação do impacto ambiental sobre a flora

Foram usados dados de autorizações, certificados e pareceres, para projetos de UFVs com potência maior que 5MW, deferidos pelos órgãos ambientais de Minas Gerais, a “*Superintendência Regional de Meio Ambiente*” (SUPRAM) e a “*Unidade Regional de Florestas e Biodiversidade*” (URFBio), até dezembro de 2022. Esses documentos foram baixados de seus sites de consultas online.

- Processos de licenciamento ambiental  
(<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/site/consulta-licenca>);
- Processos de intervenção ambiental  
(<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/consulta-intervencao/site/listar-decisoes>).

No site da SUPRAM, foram filtrados os processos de licenciamento ambiental com requerimento relacionado à instalação da atividade (E-02-06-2 - usina solar fotovoltaica) e todos os processos da região Norte de Minas Gerais foram selecionados. Apenas processos incluídos, nas seguintes modalidades, sozinhas ou simultâneas, com possibilidade de intervenção na flora, foram usados: “LP+LI+LO”; “LP+LI”; “LI”; “LAS/RAS”; e “LAS/Cadastro”. Processos com requerimentos, para as fases únicas de “LP” ou “LO”, foram desconsiderados, pois não incluíam a instalação e não necessitavam de intervenção sobre a flora.

A maioria dos projetos se enquadrou no licenciamento ambiental simplificado e, para esse enquadramento a SUPRAM emite o certificado de LAS e a URFBio emite a autorização de intervenção ambiental (AIA). Logo projetos com licenciamento simplificado foram consultados, no site da URFBio, em busca de possíveis requerimentos de intervenção ambiental.

Os seguintes dados dos documentos foram extraídos e analisados: potência de geração (MW); área total de ocupação do empreendimento (ha); área total de supressão de vegetação nativa (ha); intervenção em área de preservação permanente (APP) (ha); área de supressão de vegetação nativa (ha) (fisionomias Cerrado ou floresta estacional decidual); número de árvores suprimidas (espécies protegidas ou em risco); número de árvores remanescentes; suprimidas em áreas antropizadas (árvores isoladas); e o rendimento lenhoso resultante das supressões de vegetação (m<sup>3</sup>). O termo “madeira”, conforme o Decreto Estadual nº 47.749/19 e Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102/21, refere-se ao material lenhoso resultante da supressão de espécies florestais imunes ou de espécies com dimensões e qualidades mínimas para usos mais nobres que a carbonização ou lenha. O termo “lenha” se refere à parte sem uso nobre, destinada à carbonização, lenha ou incorporação ao solo.

### **4.3 Resultados**

#### **4.3.1 Mapas de zoneamento para a instalação de UFVs**

Quatro mapas de zoneamento para a instalação de UFVs no Norte de Minas Gerais, foram gerados (Figuras 1 - 4), incluindo a irradiação direta normal, a difusa horizontal, a global horizontal e no plano inclinado.

Figura 1 - Irradiação solar direta normal, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil

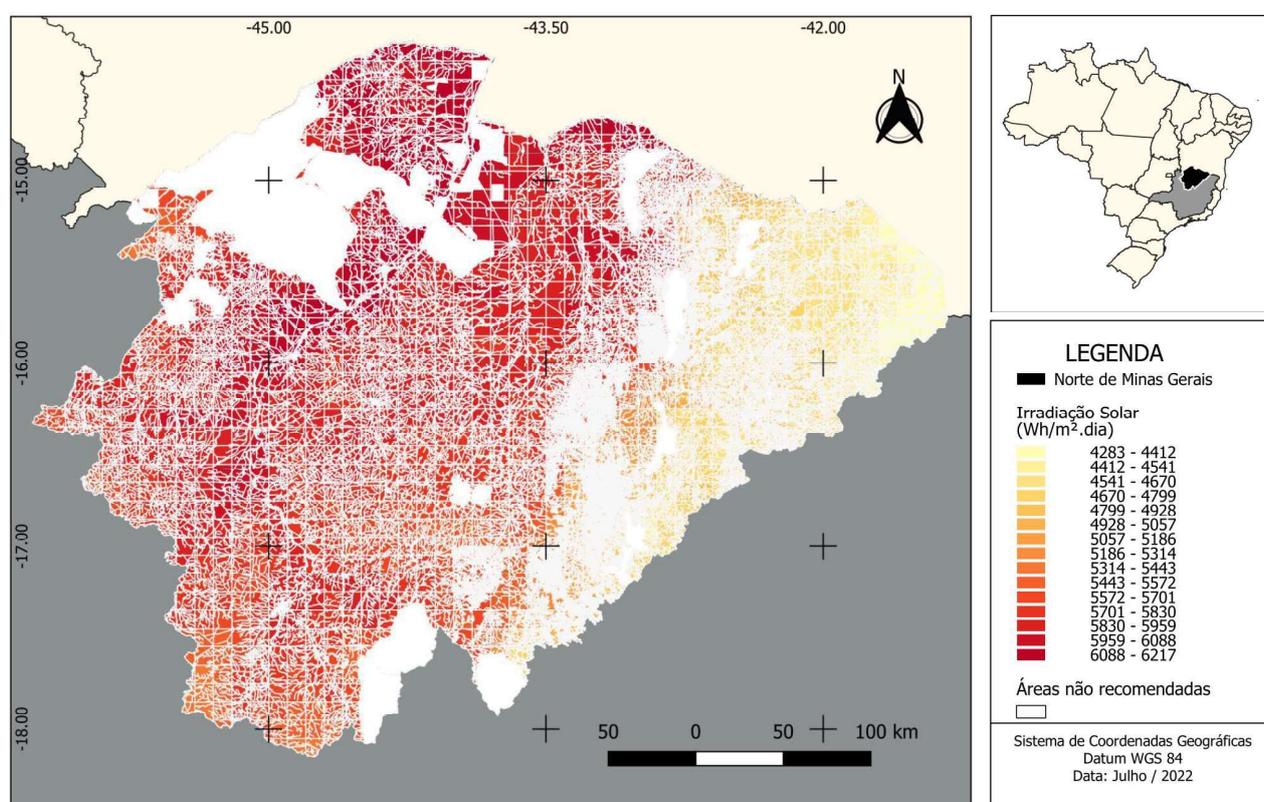


Figura 2 - Irradiação solar difusa, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil

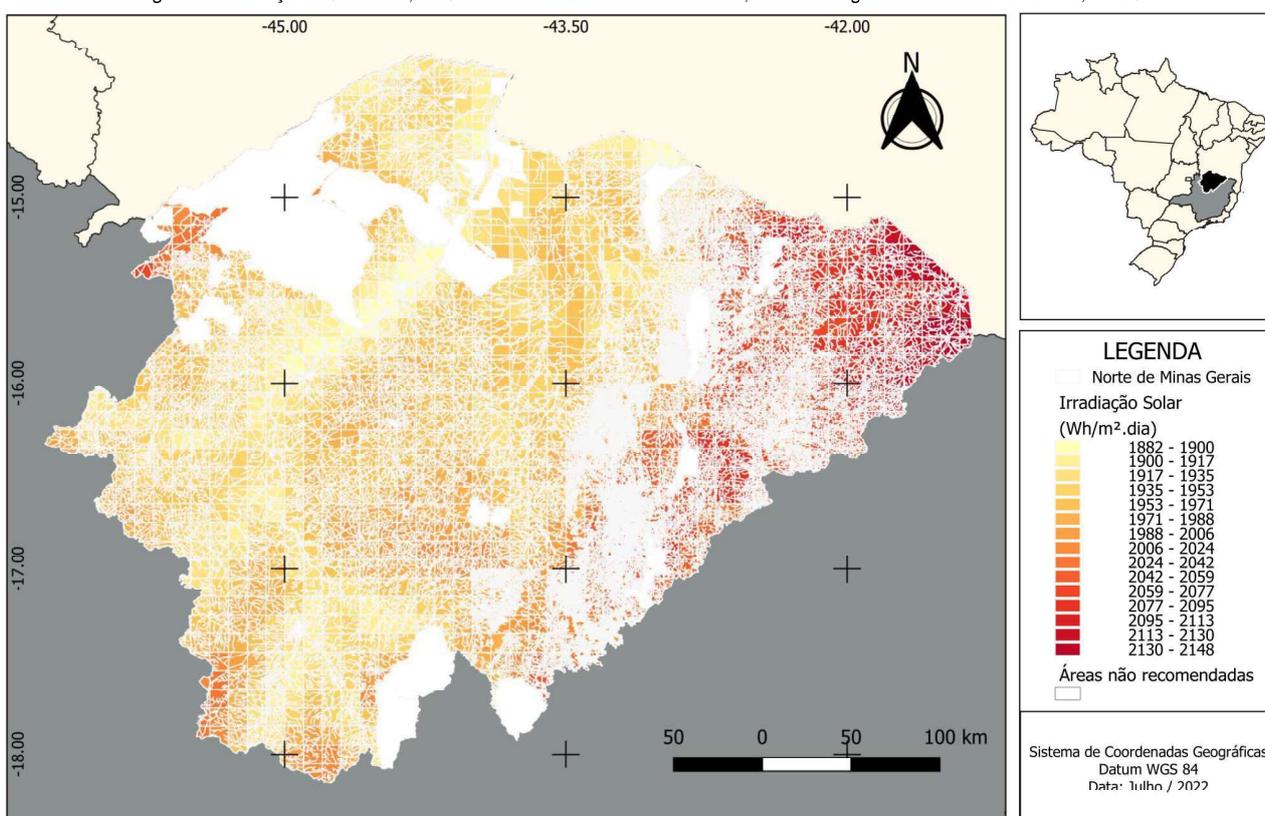


Figura 3 - Irradiação solar global horizontal, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil

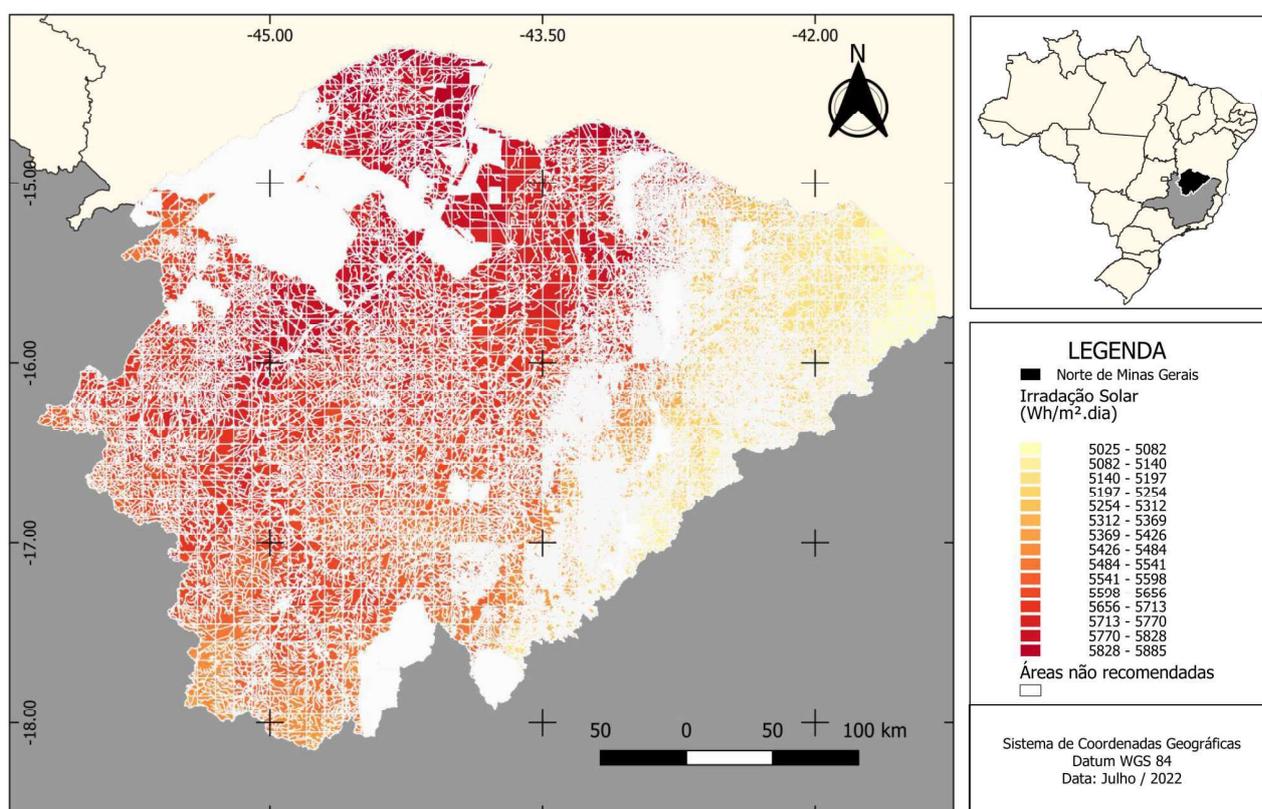
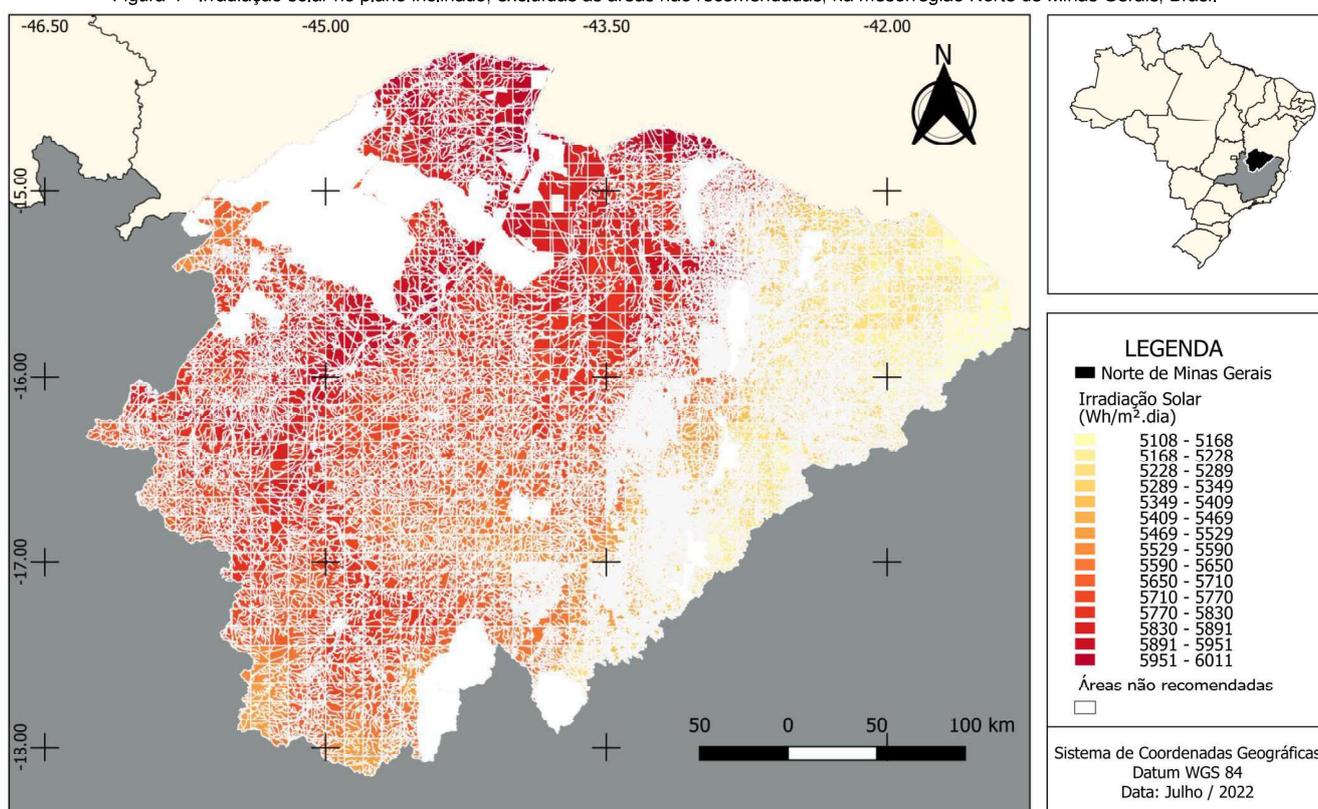


Figura 4 - Irradiação solar no plano inclinado, excluídas as áreas não recomendadas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, Brasil

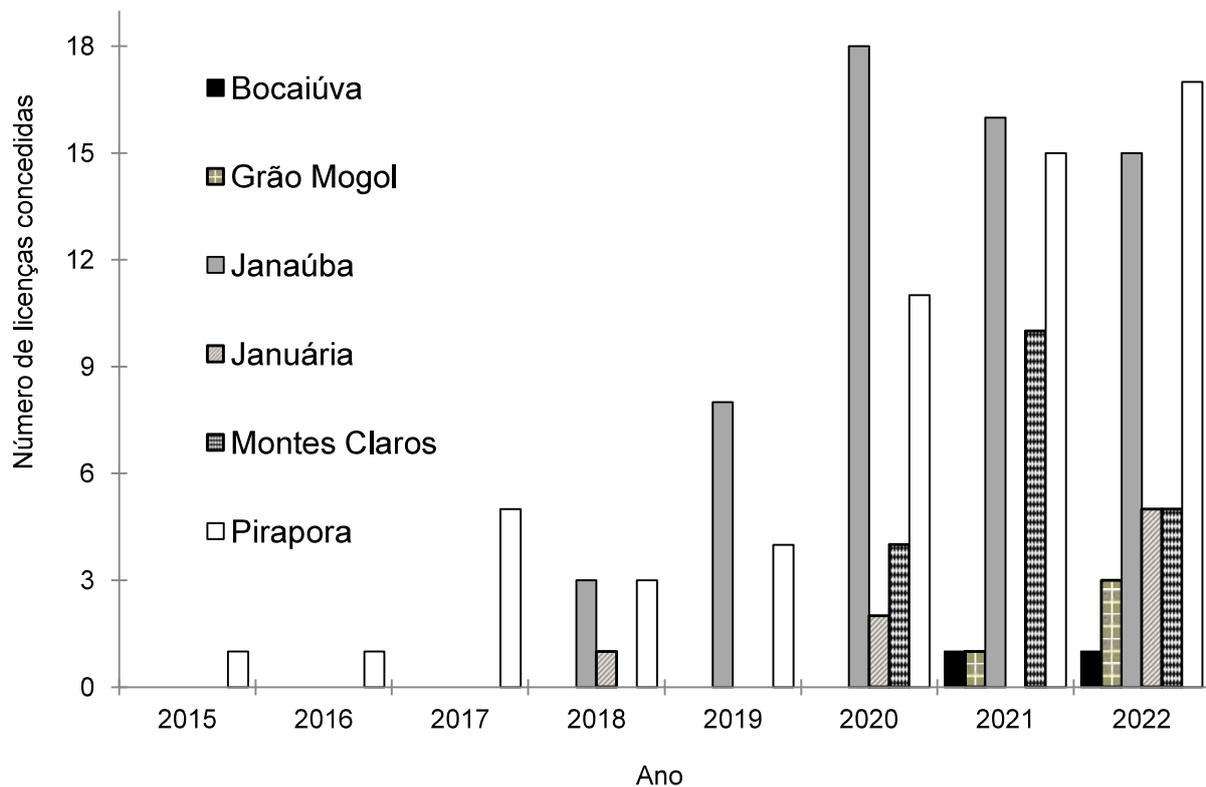


#### 4.3.2 Avaliação do impacto ambiental sobre a flora

Um total de 206 processos foi baixado, dos quais 24 estavam arquivados, 13 cancelados, um indeferido e 168 deferidos. Os processos arquivados e cancelados foram “a pedido do próprio empreendedor” pela desistência ou erros de formalização. A motivação do processo indeferido foi “documentação incompleta”. Dezoito processos deferidos foram desconsiderados, por se enquadrarem nas modalidades de “LP” e “LO”, sem intervenção sobre a flora.

A primeira licença para UFV na região Norte de Minas Gerais, foi deferida em 2015 na microrregião de Pirapora (Figura 2). Essa microrregião teve cinco licenças concedidas, em 2017. Houve um aumento anual das licenças concedidas e, de forma contínua, na mesorregião, a partir de 2017, com aumento de 40% (7), em 2018, seguido de 72% (12) em 2019, 192% (35) em 2020, 23% (43) em 2021 e 7% (46) em 2022. Janaúba, Montes Claros e Pirapora foram as microrregiões com maior número de projetos.

Figura 5 - Licenças ambientais concedidas para usinas fotovoltaicas na região Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022



Pirapora demandou mais supressão de vegetação nativa, seguida por Janaúba e Montes Claros (Tabela 1). Houve mais requerimentos para cortes de árvores isoladas que para supressão de vegetação nativa na região Norte de Minas Gerais. As maiores demandas, para corte de espécies imunes ou protegidas, partiram de Pirapora e Janaúba.

Tabela 1 - Pedidos de licenciamento e intervenções deferidas para usinas fotovoltaicas na região Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022

Microrregião	Pedidos de licenciamento ambiental	Supressão de vegetação nativa	Corte de árvores isoladas	Corte de espécies imunes	Intervenção em APP
Bocaiúva	2 (1,3%)	1 (1,9%)	2 (1,7%)	1 (1,6%)	1 (10%)
Grão Mogol	4 (2,7%)	3 (5,7%)	1 (0,9%)	0 (0%)	0 (0%)
Janaúba	60 (40%)	14 (26,4%)	49 (41,9%)	30 (47,6%)	3 (30%)
Januária	8 (5,3%)	1 (1,9%)	8 (6,8%)	0 (0%)	0 (0%)
Montes Claros	19 (12,7%)	9 (17%)	17 (14,5%)	6 (9,5%)	2 (20%)
Pirapora	57 (38%)	25 (47,2%)	40 (34,2%)	26 (41,3%)	4 (40%)
<b>Total</b>	<b>150 (100%)</b>	<b>53 (100%)</b>	<b>117 (100%)</b>	<b>63 (100%)</b>	<b>10 (100%)</b>

APP (área de preservação permanente)

Janaúba apresentou a maior área de ocupação e o terceiro maior potencial projetado de geração de energia por área (Tabela 2). Bocaiúva e Pirapora tiveram maior potencial de geração por área de ocupação (Tabela 2). A eficiência média para a região foi de 0,0442 kW/m<sup>2</sup>.

Tabela 2- Potencial de geração, área total e eficiência energética de usinas fotovoltaicas por microrregião do Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022

Microrregião	Potencial de geração (MW)	Área total (ha)	Eficiência (kW/m <sup>2</sup> )
Bocaiúva	714,4	1.281,0	0,0558
Grão Mogol	181,0	455,0	0,0398
Janaúba	15.152,4	32.858,3	0,0461
Januária	4.333,7	14.475,0	0,0299
Montes Claros	8.069,1	19.214,1	0,0420
Pirapora	13.568,2	26.451,9	0,0513
<b>Total</b>	<b>42.018,7</b>	<b>94.735,3</b>	<b>0,2649</b>
<b>Média</b>	<b>7.003,1</b>	<b>15.789,2</b>	<b>0,0442</b>

A microrregião de Pirapora foi a que mais suprimiu vegetação nativa (30,2% da sua área total de ocupação) (Tabela 3). A microrregião de Janaúba suprimiu 792,7 ha (2,4% da área de ocupação). A média de supressão por microrregião foi de 1626,5 ha de vegetação nativa. A supressão de 0,2 ha de vegetação nativa foi necessária para gerar uma potência nominal de um MW de energia, em média, na região do estudo.

Tabela 3 - Intervenções de usinas fotovoltaicas por microrregião do Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022

Microrregião	Área total (ha)	Área de intervenção em APP (ha)	Corte de árvores isoladas (un.)	Corte de <i>Caryocar brasiliense</i> (un.)	Corte de <i>Handroanthus</i> spp. (un.)	Corte de listadas na portaria MMA 443/14 (un.)	Supressão de vegetação nativa (ha)	Material lenhoso resultante Total (m³)	Material lenhoso por área (m³/ha)	Madeira resultante (m³)	Lenha resultante (m³)
Bocaiúva	1.281,0	23,4	3	43	37	0	248,5	504,3	0,4	0	504,3
Grão Mogol	455,0	0	0	0	0	0	51,4	117,1	0,3	0	117,1
Janaúba	32.858,3	0,9	16.9754	0	8.933	2.983	792,7	106.675,1	3,3	23.425,8	83.249,3
Januária	14.475,0	0	142	0	0	1	0	65,6	0	38,5	27,1
Montes Claros	19.214,1	2,5	80.505	0	2.938	166	662,6	37.554,0	2,0	5.088,4	32.465,6
Pirapora	26.451,9	9,8	81.151	34.961	32.801	314	8.003,8	284.244,1	10,8	95.470,4	188.773,7
<b>Total</b>	<b>94.735,3</b>	<b>36,5</b>	<b>331.555</b>	<b>35.004</b>	<b>44.709</b>	<b>3.464</b>	<b>9.759,0</b>	<b>429.160,1</b>	<b>16,6</b>	<b>124.023,1</b>	<b>305.137,0</b>
<b>Média</b>	<b>15.789,2</b>	<b>6,1</b>	<b>55.259</b>	<b>5.834</b>	<b>7.452</b>	<b>577</b>	<b>1.626,5</b>	<b>71.526,7</b>	<b>2,8</b>	<b>20.670,5</b>	<b>50.856,2</b>

A microrregião de Janaúba teve mais árvores isoladas cortadas, seguida por Pirapora e Montes Claros (Tabela 3). Pequizeiros (*Caryocar brasiliense*) (Caryocaraceae), protegidos pela Lei Estadual de Minas Gerais nº 10.883/1992, foram cortados em Pirapora e Bocaiúva. Ipês-amarelos (*Handroanthus* spp.) (Bignoniaceae), protegidos pela Lei Estadual de Minas Gerais nº 9.743/1988, foram cortados em Bocaiúva, Janaúba, Montes Claros e Pirapora. Um total de 68076 árvores, entre espécies protegidas ou com alguma restrição, foi cortado em Pirapora. Com relação à portaria nº 443/14 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que traz a lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção, a microrregião de Janaúba cortou mais árvores listadas, seguida por Pirapora e Montes Claros (Tabela 3). O maior volume de material lenhoso gerado foi na microrregião de Pirapora, seguida por Janaúba e Montes Claros (Tabela 3). Pirapora apresentou a maior média para material-lenhoso/área (m<sup>3</sup>/ha), seguida de Janaúba e Montes Claros.

A vegetação nativa suprimida em Bocaiúva, Grão Mogol e Pirapora foi da fitofisionomia Cerrado (Tabela 4). Em Janaúba, apenas áreas de FED foram suprimidas (Tabela 4). Um total de 8687,3 ha de Cerrado e 1.071,7 ha de FED foram suprimidos na região Norte de Minas Gerais, no período avaliado, para a instalação de UFVs. Quase 10 mil hectares foram desmatados, ou seja, quase um quinto da área que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) autorizou a Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte a alagar (47.800 ha), no decorrer de sua instalação para uma potência nominal de 11.233,1 MW, o que gera uma média de 4,2 hectares por cada MW (RODRIGO, 2019).

Tabela 4 - Supressão de vegetação nativa (ha) por microrregião do Norte de Minas Gerais, Brasil, até 2022

Microrregião	Cerrado	Floresta estacional decidual	Total
Bocaiúva	248,5	0	248,5
Grão Mogol	51,4	0	51,4
Janaúba	0	792,7	792,7
Januária	0	0	0
Montes Claros	383,6	279,0	662,6
Pirapora	8.003,8	0	8.003,8
Total	8.687,3	1.071,7	9.759,0
Média	1.447,9	178,6	1.626,5

#### 4.4 Discussão

##### 4.4.1 Mapas de zoneamento para a instalação de UFVs

O zoneamento, para a atividade de UFV, é uma ferramenta importante para a administração ambiental, pois ajuda na escolha dos melhores locais para a sua implantação, com possibilidade de maior proteção das áreas importantes para a conservação. E, conforme os resultados apresentados, Janaúba, Pirapora e Montes Claros são as melhores microrregiões para a implantação de UFVs, ao se considerar a irradiação global horizontal, que é a soma de todas as irradiações solares, e a menor presença de zonas de exclusão, como malhas ferroviárias e rodoviárias, áreas urbanas, corpos d'água e

unidades de conservação. Por outro lado, Bocaiúva e Grão Mogol com boa irradiação, juntamente a Janaúba com excelente irradiação, são as piores microrregiões à implantação de UFVs, pois apresentam muitas unidades de conservação que restringem a supressão de áreas de vegetação nativa.

#### **4.4.2 Avaliação do impacto ambiental sobre a flora**

As primeiras licenças concedidas, para UFVs na região Norte de Minas Gerais, entre 2015 e 2017, ocorreram em Pirapora. Essa região tem maior número de linhas de transmissão, com potência adequada e proximidade às áreas rurais, o que reduz custos (CEMIG, 2012). Porém, a partir de 2018, os pedidos para UFVs aumentaram para a microrregião de Janaúba em razão de 70% do seu território já se encontrar antropizado, conforme camada de áreas naturais e uso antrópico do IDE-Sisema (SISEMA, 2019). Usar áreas antropizadas, para a instalação de UFVs, minimiza os impactos sobre áreas com vegetação nativa e sua fauna associada (PEREIRA, 2019; RABAIA et al., 2021).

A microrregião de Pirapora, com aproximadamente 50% de seu território com áreas nativas da fitofisionomia Cerrado (SISEMA, 2019), foi a região que mais suprimiu vegetação nativa, seguida por Janaúba e Montes Claros. O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e há poucas restrições legais para intervir em seu domínio (DIAS, 2021). Por outro lado, apenas a floresta estacional decidual (FED) foi suprimida em Janaúba. A vegetação dominante nessa região é conhecida como “mata-seca” (SCOLFORO, 2006) e tem as mesmas restrições legais da fitofisionomia Mata Atlântica (Lei federal nº 11.428/2006), que exige compensação ambiental após autorização para a intervenção.

Requerimentos para cortes de árvores isoladas (remanescentes) foram mais comuns que para supressão de vegetação nativa. Isso pode ter ocorrido, porque muitas UFVs são, preferencialmente, instaladas em áreas antropizadas para evitar desmatamento. O uso dessas áreas reduz o tempo e os custos de implantação e minimiza impactos na vegetação nativa e fauna associada (PEREIRA, 2019; RABAIA et al., 2021). Esses locais antropizados também podem ter sido escolhidos, para acelerar a instalação da UFV, pois o processo de obtenção da licença é mais rápido, quando não precisa suprimir vegetação nativa (Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017).

Os projetos, para a geração com licenças ambientais deferidas até 2022, na mesorregião Norte de Minas Gerais, somavam uma potência nominal de 42.018,65 MW. No entanto poucos estão operando, e a maior parte está em construção ou não foram iniciados. A potência nominal licenciada para a mesorregião Norte foi alta e considerada importante, visto que, segundo a “Associação Brasileira de Energia Solar” (ABSOLAR), em 2022, o estado de Minas Gerais era o primeiro no ranking nacional em potência de geração centralizada em operação (1.648,5 MW) e em construção (29.341,7 MW), 41% do potencial projetado para o Brasil (75.000 MW) em 2022 (ANEEL; ABSOLAR, 2022).

Mais de trinta por cento da área de UFVs, em Pirapora, foi implantada suprimindo vegetação nativa. Janaúba, apesar de possuir a maior área com UFVs, interveio em menos APPs e suprimiu menos, proporcionalmente, vegetação nativa e espécies imunes/ameaçadas. A maioria dos projetos dessa região (97,59% da área total) foi implantada em área antropizada, com necessidade apenas do corte de árvores isoladas, já que existem muitas áreas antropizadas nessa microrregião. Esse fato pode ser confirmado por imagens de satélites (UTM: Zona: 23L / Long.: 672175.56 m E / Lat.: 8265830.23 m S). A implantação de uma UFV, quando feita em locais degradados ou antropizados, como áreas de baixa aptidão agrícola, tem menor impacto ambiental (TIBA; DOS REIS; ALVES, 2014).

A eficiência por unidade de área das UFVs, na região Norte de Minas Gerais é maior que a de usinas hidrelétricas, apesar da grande área a ser desmatada. A relação entre área alagada e energia produzida, em Itaipu, Paraná, é de 0,009 kW/m<sup>2</sup>; em Tucuruí, Pará, é de 0,0033 kW/m<sup>2</sup> e Balbina, Amazonas, é de 0,0001 kW/m<sup>2</sup> (SOUZA, 2016). A eficiência média dessas hidrelétricas, comparada à média dos projetos de UFV no Norte de Minas Gerais (0,0442 kW/m<sup>2</sup>), mostra que, apesar do corte de árvores isoladas e desmatamento, a geração desses projetos é muito mais eficiente. A média de eficiência por área dos projetos no Norte de Minas Gerais está compatível com projetos de outras regiões no Brasil, como a Usina solar Nova Olinda, no Piauí (0,0423 kW/m<sup>2</sup>), Central Fotovoltaica Juazeiro Solar, na Bahia (0,0446 kW/m<sup>2</sup>) e Usina solar Guaimbê, em São Paulo (0,0633 kW/m<sup>2</sup>) (ABSOLAR, 2022).

A microrregião de Janaúba cortou mais árvores isoladas, seguida por Pirapora e Montes Claros. O corte de árvores isoladas, apesar de menos impactante que supressão de vegetação nativa, pode causar a perda de carga genética acumulada por décadas quando se trata de árvores matrizes (SIQUEIRA, 2022). Algumas dessas espécies isoladas, como pequizeiros, cortados em Pirapora e Bocaiúva, são parte da tradição e alimentação de comunidades tradicionais. A comercialização do pequi, principalmente, o óleo, pode corresponder a 5,5% da renda anual dessas famílias (RIBEIRO, 2000; OLIVEIRA, 2010).

Janaúba, Montes Claros e Pirapora geraram maior volume de material lenhoso e maiores médias de material-lenhoso por área. O material lenhoso é um indicador de desenvolvimento de uma vegetação suprimida. Logo a vegetação suprimida nessas três regiões poderia apresentar um desenvolvimento ecológico e sucessional superior à de outras microrregiões, o que significaria a perda de matrizes genéticas importantes ecologicamente (RODRIGUES, 2019).

#### **4.5 Conclusão**

Janaúba, Pirapora e Montes Claros são as melhores microrregiões, para a implantação de UFVs, ao se considerar a irradiação global horizontal, que é a soma de todas as irradiações solares e a menor presença de áreas não recomendadas, como malhas ferroviárias e rodoviárias, áreas urbanas, corpos d'água e unidades de conservação.

Cento e cinquenta licenças ambientais com intervenção na flora nativa para a instalação de UFVs foram concedidas até 2022 no Norte de Minas Gerais. As licenças ambientais se distribuíram entre seis microrregiões: Bocaiúva (duas), Grão Mogol (quatro), Janaúba (60), Januária (oito), Montes Claros (19), Pirapora (57) com maior demanda entre os anos de 2020 e 2021. A supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas remanescentes, intervenção em APPs e corte de espécies imunes ou ameaçadas de extinção foram os impactos ambientais gerados pela instalação de UFVs, sobre a flora do Norte de Minas Gerais.

## 4.6 Referências

ABSOLAR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Infográfico Absolar, 2022. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 04 dez. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema de Informações de Geração da ANEEL-SIGA. Disponível em: <[siscg@aneel.gov.br](mailto:siscg@aneel.gov.br)>. Acesso em: 07 de nov. de 2022.

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR – 2ª edição – São José dos Campos: INPE, 2017. Acesso em: 22 de abril de 2022.

BLAKERS, Andrew et al. Pathway to 100% renewable electricity. IEEE Journal of Photovoltaics, v. 9, n. 6, p. 1828-1833, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2019.2938882>>. Acesso em 23 de junho de 2022.

BRASIL. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 25 de maio de 2022.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). 2012. Atlas Solarimétrico de MG-vol.I. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/usina-do-conhecimento/conheca-os-atlas-das-matrizes-energeticas-produzidos-pela-cemig/>>. Acesso em 01 de maio de 2022

DIAS, Denise Oliveira; MIZIARA, Fausto. O Cerrado como patrimônio nacional: a inclusão do Cerrado no § 4º do artigo 225 da Constituição Federal. Cerrados, v. 19, n. 2, p. 323-342, 2021.

GARBACCIO, Grace L.; SIQUEIRA, Lyssandro N.; ANTUNES, Paulo de Bessa. Licenciamento ambiental: necessidade de simplificação. Justiça do Direito, v. 32, n. 3, p. 562-582, 2018.

GOMES, Flavia de Faria; SILVA, Christian Luiz da. O conflito resultante do licenciamento ambiental: o cenário das pequenas centrais hidrelétricas no Paraná. Interações (Campo Grande), v. 18, p. 155-168, 2017.

IMHOFF, Johninson et al. Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8608>>. Acesso em 01 de maio de 2022.

LUNA, Márcia Andréa Rosas et al. Solar photovoltaic distributed generation in Brazil: the case of resolution 482/2012. Energy Procedia, v. 159, p. 484-490, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

MARTINS, Lucas Zolini Ruas et al. Desenvolvimento local a partir da geração centralizada de energia solar fotovoltaica: o modelo regulatório da usina de Pirapora-MG. 2019. Disponível em: <<http://repositorio.fjp.mg.gov.br/handle/123456789/3365>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

MME-EPE. Plano Nacional de Energia 2050. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

OLIVEIRA, Washington Luis de et al. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do pequi. 2010. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/303/ISPN\\_boas\\_praticas\\_manejo\\_aproveitamento\\_extrativismo\\_sustentavel\\_Pequi.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/303/ISPN_boas_praticas_manejo_aproveitamento_extrativismo_sustentavel_Pequi.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 07 nov. 2022.

PEREIRA, Narlton Xavier. Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs geração centralizada. 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/181288>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

PERAZZOLI, Débora Lia. Análise do licenciamento ambiental de Usinas Fotovoltaicas no Brasil: Proposta de Regulamentação a Nível Nacional. 2017. 177 pg. Monografia de Especialização em Energias Renováveis - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

RABAIA, Malek Kamal Hussien et al. Environmental impacts of solar energy systems: A review. *Science of The Total Environment*, v. 754, p. 141989, 2021.

RIBEIRO, Ricardo Ferreira. Pequi: o rei do Cerrado: roendo o fruto sertanejo por todos os lados. Belo Horizonte: Rede Cerrado. REDE/CAA-NM/CAMPO-VALE, 2000.

RODRIGUES, Elcisley David Almeida et al. Sucessão ecológica do arquipélago Três Ilhas no setor do Alto Rio Paraná. 2019. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/4566#preview-link0>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

RODRIGUES, Luiza Antonaccio Lessa. Licenciamento ambiental em números: uma comparação entre as UHEs Santo Antônio, Jirau e Belo Monte. 2019. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/13707/1/LuizaAntonaccioLessaRodrigues.pdf>>. Acesso em: 10 de fev. de 2023.

SCOLFORO, José Roberto. Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Ed. UFLA, 2006.

SIQUEIRA, David et al. Resgate de matrizes adultas de *Plathymentia reticulata* Benth. In: 9º Congresso Florestal Brasileiro. 2022. p. 228-231.

SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2019. Disponível em: [idesisema.meioambiente.mg.gov.br](https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br). Acesso em: 15/08/2020.

SOUZA, Danilo Ferreira. UHE Teles Pires: um estudo de caso de geração hidroelétrica na Amazônia. *Revista Geoaraguaia*, v. 6, n. 2, 2016.

TIBA, Chigueru; DOS REIS, Ruibran Januário; ALVES, Melina Amoni Silveira. Estudo de localização de centrais termoeletricas solares de grande porte no estado de Minas Gerais. *Revista Espinhaço*, v. 3, n. 2, p. 49-62, 2014.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

TURNEY, Damon; FTHENAKIS, Vasilis. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, n. 6, p. 3261-3270, 2011.

VIANA, G. I. M. N.; SILVA, Alexandre Lima Marques. Um modelo para projeções para demanda por energia elétrica, 2009-2017 para o setor residencial no Brasil. *Revista Brasileira de Energia*, v. 20, n. 1, p. 10, 2014.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Usinas solares fotovoltaicas são importantes para a geração de energia, contudo, na produção em larga escala, sua fase de instalação pode exigir supressão vegetal ou modificação da morfologia do solo, o que gera impactos negativos sobre a flora e conseqüentemente sobre a fauna. Nesse sentido, é importante que mais estudos sejam realizados na busca de mais informações e medidas mitigadoras para os impactos ambientais associados à instalação, operação e geração de resíduos das UFVs. Além da importância de mais conhecimentos sobre os impactos negativos associados, a criação do zoneamento ambiental, construído com base no Cadastro Ambiental Rural (CAR), com informações das áreas de preservação permanente e reserva Legal, pode melhorar o gerenciamento dos territórios, para à minimização de possíveis fragmentações da flora.