

Proposta de critérios norteadores e requisitos mínimos para licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas no Brasil

Proposal of criteria and minimum requirements for environmental licensing of photovoltaic power plants in Brazil

Débora Lia Perazzoli^{1*} , Eduardo Felga Gobbi² , Gerson Maximo Tiepolo³ 

RESUMO

A geração de energia fotovoltaica vem crescendo no Brasil, e a capacidade instalada de usinas fotovoltaicas (UFV) deve superar 3 GW em alguns anos. Essa tecnologia causa menor impacto ambiental do que formas de geração tradicionais, como termoeletricas e hidroeletricas. Entretanto os impactos quando da implantação de UFV devem ser considerados no licenciamento ambiental. No Brasil, não há uma legislação federal que estabeleça critérios mínimos para esse tipo de licenciamento. Alguns estados criaram legislações próprias, que divergem nas exigências e critérios adotados. Essa disparidade causa insegurança no processo de licenciamento, dificuldade na aprovação dos estudos, aumento de custos e prazos, podendo inviabilizar empreendimentos. Neste estudo foram analisadas e comparadas as legislações em 12 estados, nas quais está previsto o desenvolvimento de UFV, como base para propor critérios claros, objetivos e padronizados para o enquadramento legal das UFV. Como resultado desta pesquisa, propõe-se o enquadramento como de baixo impacto, com licenciamento simplificado e emissão de licença prévia (LP) e licença de instalação (LI) em etapa única. Os critérios para enquadramento de porte são potência instalada e área diretamente ocupada. Para potencial poluidor, os critérios são necessidade de supressão de vegetação nativa (e/ou em área de preservação permanente - APP) e localização em área de fragilidade socioambiental. A avaliação conjunta desses critérios define qual o estudo ambiental necessário ao licenciamento. O trabalho lista os principais aspectos e impactos ambientais a serem abordados em tais estudos. Estes critérios unificados formam uma ferramenta para promover tanto o desenvolvimento de UFV como a proteção do meio ambiente com minimização de possíveis impactos.

Palavras-chave: usinas fotovoltaicas; licenciamento ambiental; impactos ambientais; legislação ambiental.

ABSTRACT

Photovoltaic power generation is growing in Brazil. It is expected that installed capacity of photovoltaic power plants (PVPP) will exceed 3 GW within a few years. This technology is known to have less environmental impacts than other traditional forms of energy generation, however its environmental impacts should be considered in the environmental licensing process. In Brazil there is no federal legislation establishing the criteria or requirements for licensing this type of power plants. Some states have created their own legislation, whose criteria differ widely. This lack of national standardization causes licensing agencies' insecurity, difficulty in approving studies, increase in costs and deadlines, and has caused many projects to be unfeasible. Therefore, this study did an analysis and comparison of 12 states' legislation regarding environmental licensing of PVPPs. This analysis based the proposal of clear, objective and standardized criteria for PVPPs licencing. It is proposed to normally classify the PVPPs as having low environmental impact, with simplified licensing, issuing Preliminary and Installation License in a single step. The proposed criteria for classification in size are installed power and directly occupied area. Regarding the pollution potential, the criteria are suppression of native vegetation (and/or in a permanent preservation area); and location in environmental fragile areas. The joint evaluation of these criteria defines the type of environmental study to be required for licensing. The main aspects and environmental impacts that should be addressed are listed. These unified criteria are a tool to promote both development of PVPP projects and the protection of the environment, by minimizing their potential environmental impacts.

Keywords: photovoltaic power plants; environmental licensing; environmental impacts of photovoltaic power plants.

¹EnvEx Engenharia e Consultoria - Curitiba (PR), Brasil.

²Universidade Federal do Paraná - Curitiba (PR), Brasil.

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Apucarana (PR), Brasil.

*Autora correspondente: debperazzoli@yahoo.com.br

Recebido: 15/11/2017 - Aceito: 17/12/2018 - Reg. ABES: 187883

INTRODUÇÃO

No Brasil, em vista do aumento constante dos preços da energia elétrica, as chamadas fontes de energia alternativa estão ganhando espaço no mercado. Entre as fontes que merecem destaque em seu potencial de expansão, associado ao menor impacto ambiental, está a energia solar fotovoltaica. A marcante redução do custo da tecnologia tem contribuído para a recente melhoria da viabilidade de projetos de geração fotovoltaica, e esta diminuição do custo deve continuar no futuro (IRENA, 2016). A tendência atual é de crescimento na implantação de usinas fotovoltaicas (UFV) centralizadas. Os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017) apontam que, uma vez que todas as usinas cadastradas entrem em operação, a potência associada à geração fotovoltaica no Brasil irá superar 3 GW. Nesse contexto, é necessário discutir o licenciamento ambiental dessas usinas.

No entanto, atualmente não há legislação nacional específica para o licenciamento ambiental de UFV. Alguns estados brasileiros têm aprovado legislação específica, porém são minoria e, ainda assim, há divergência entre essas legislações. Tal multiplicidade de normas dificulta o licenciamento ambiental (COUTO, 2017). No caso da geração eólica, existia esse mesmo impasse, porém em 2014 foi sancionada a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 462 (BRASIL, 2014), que estabelece procedimentos específicos para seu licenciamento. A aprovação de um marco regulatório claro, com a simplificação e a padronização das exigências ambientais que precisam ser atendidas, é um fator decisivo para acelerar a competitividade das UFV no país (COUTO, 2017).

Para o desenvolvimento desse marco regulatório, não basta uma análise jurídica dos instrumentos legais vigentes para sua padronização. É importante também formular critérios técnicos a respeito dos aspectos ambientais relevantes na avaliação da viabilidade ambiental desse tipo de empreendimento. As UFV, como qualquer atividade humana, causam interferências no meio ambiente, portanto são passíveis de licenciamento ambiental. Porém, pela sua natureza diferenciada, não é plausível aplicar as mesmas exigências e ferramentas de decisão formuladas para outros tipos de usinas.

É necessário estudar os vários aspectos e impactos ambientais relevantes e aplicáveis a uma UFV. Essa delimitação possibilita a criação de ferramentas de orientação às partes envolvidas, por exemplo, a elaboração de um termo de referência mínimo a ser seguido no desenvolvimento dos estudos ambientais.

O objetivo desta pesquisa é fazer a análise do processo de licenciamento ambiental de UFV nos diferentes estados brasileiros, culminando no desenvolvimento de critérios de abrangência nacional sobre procedimento e de requisitos mínimos para licenciamento dessas usinas, baseados nos aspectos e impactos ambientais relevantes.

METODOLOGIA

Os procedimentos empregados foram a revisão bibliográfica, com o levantamento e a compilação de leis, normas, resoluções e outros documentos legais referentes ao tema, a sistematização e a tabulação de suas principais características para possibilitar a comparação e a verificação de pontos comuns e divergências, a avaliação crítica de pontos positivos e negativos em cada legislação, a pesquisa e a sistematização dos aspectos e impactos ambientais relevantes para UFV e a formulação de critérios a serem utilizados para enquadramento legal.

Definiu-se *usina* como uma área destinada para a geração de energia elétrica usando a tecnologia fotovoltaica, em geral não localizada próximo à carga, para a qual são necessárias estruturas de apoio, como subestação e rede de transmissão. A Resolução ANEEL nº 687/2015 define usinas como empreendimentos com potência acima de 5 MW (ANEEL, 2015). Por sua vez, a geração distribuída, definida nessa mesma resolução como a geração de energia elétrica em baixa tensão próximo à carga, não é o foco deste estudo.

A delimitação do tema foi feita por meio do levantamento das UFV possivelmente sujeitas a licenciamento. A compilação de dados do Banco de Informações da Geração (BIG) da ANEEL permitiu identificar os empreendimentos por fase (operação, construção e construção não iniciada) e localização (estado da federação). A pesquisa da legislação referente ao licenciamento ambiental de UFV iniciou-se por esses estados. Outros estados nos quais foi encontrada legislação específica também foram incluídos.

Finalmente, realizou-se um levantamento dos aspectos e impactos ambientais relevantes a serem analisados nos estudos ambientais para licenciamento das UFV. Utilizaram-se publicações nacionais e internacionais, de países onde o parque de usinas já está mais desenvolvido do que no Brasil. Os resultados são apresentados na sequência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Empreendimentos de geração fotovoltaica no Brasil

Em março de 2017, no Brasil havia 43 empreendimentos de UFV em operação, 21 em construção e 90 outorgados, mas cuja construção não havia sido iniciada. A Tabela 1 apresenta a compilação desses dados para cada estado (ANEEL, 2017).

Ao analisar os dados, é visível que o padrão das novas UFV passou de menos de 1 MWp (porte médio de usinas em operação) para 30 MWp. A área ocupada pelas UFV, diretamente ligada à potência, é relevante para a avaliação dos impactos ambientais. Segundo levantamento dos Estados Unidos, no caso de UFV com painéis fixos, a área diretamente ocupada (que inclui a área de módulos e espaçamento entre eles, equipamentos como inversores, subestação, caixas de conexão, vias de

acesso e infraestrutura) varia entre 2,2 e 2,3 ha/MW (22 a 23 m²/kW) (NREL, 2013). Em contrapartida, a área total abrange a propriedade ocupada pela usina, e a média para UFV com painéis fixos nos Estados Unidos é de 3 ha/MW (30 m²/kW).

No Brasil, não há dados sobre a área média por MW ocupada pelas UFV. Entretanto, fazendo a estimativa com os dados citados, uma UFV de 30 MW ocupará, em média, a área total de 90 ha. Cruzando esses dados com os já citados na Tabela 1, usinas outorgadas a serem construídas totalizam 3 GW ou 9.000 ha (90 milhões de m²) de área a ser ocupada no país.

Aspectos e impactos ambientais de usinas fotovoltaicas

Os principais tipos de usinas de energia elétrica da matriz brasileira (hidroelétricas de grande porte e termoeleétricas) apresentam desvantagens considerando os impactos ambientais. Em contrapartida, a energia fotovoltaica é ambientalmente vantajosa pela não emissão de poluentes atmosféricos ou gases de efeito estufa (GEE) durante a operação e pelos impactos menos significantes na implantação (MARIANO *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2016).

De acordo com Hosenuzzaman *et al.* (2015), os principais impactos positivos desse sistema são a redução da emissão de GEE, a minimização dos impactos à saúde humana (ligada à redução de emissões de óxidos de enxofre e nitrogênio por termoeleétricas, associados a problemas respiratórios e cardíacos) e a não geração de ruído.

Um trabalho importante que abordou os impactos ambientais da implantação e da operação de UFV é o de Turney e Fthenakis (2011). Os autores identificaram impactos, avaliando-os relativamente às fontes

de energia tradicionais, classificaram-nos em positivos ou negativos e hierarquizaram-nos. Eles argumentam que muitas vezes o atraso na obtenção das licenças ocorre porque os impactos não foram devidamente estudados.

Os aspectos e impactos ambientais foram agrupados em cinco classes:

1. uso do solo;
2. saúde humana;
3. habitat e vida selvagem;
4. recursos hidrogeológicos;
5. clima e GEE.

Com relação à primeira classe, o trabalho cita que as UFV comerciais modernas usam em média 25 km²/GWp, cerca de 2,5 ha/MWp ou 25 m²/kWp, valor próximo do já citado (NREL, 2013). Essa área específica é menor do que a utilizada pelo reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu (MARIANO *et al.*, 2016). Os autores sugerem que áreas desérticas são as mais propícias para instalação de UFV tanto pela alta incidência de irradiação solar e baixa nebulosidade como pela flora e fauna menos significativas, pela ausência de comunidades humanas e pela menor relevância dos serviços ambientais. O artigo aponta que os impactos ambientais de UFV de larga escala são mais baixos para áreas onde a cobertura de nuvens, a densidade de biomassa e a biodiversidade são baixas (TURNNEY; FTHENAKIS, 2011).

Durante a operação da UFV, as potenciais emissões de poluentes nocivos à saúde, como mercúrio, cádmio (no caso de módulos de cádmio e telúrio — CdTe), óxidos de nitrogênio e enxofre e vários outros, são ordens de magnitude menores do que as emissões de fontes tradicionais de energia (ALSEMA, 2000 *apud* TURNNEY; FTHENAKIS, 2011).

Com relação ao meio biótico, o estudo de caso de McCrary, McKernan e Wagner (1984) concluiu que o impacto sobre o *habitat* e a vida selvagem foi baixo se comparado a outras fontes antropogênicas de fatalidades para aves e insetos. Uma boa prática é realizar estudos específicos do ecossistema de cada UFV (TURNNEY; FTHENAKIS, 2011).

A implantação e a operação de UFV também requer atenção quanto aos efeitos sobre os recursos hídricos. A extensa área ocupada pelos módulos pode reduzir a infiltração da chuva e aumentar o escoamento superficial, o que pode incrementar a erosão do solo caso este esteja fragilizado pela retirada da vegetação natural (TURNNEY; FTHENAKIS, 2011).

Um dos principais impactos positivos da energia solar é a redução das emissões de GEE em comparação a fontes tradicionais. Mesmo no caso de UFV em regiões onde haja necessidade de supressão de floresta, a emissão líquida de GEE mostra que as UFV são uma alternativa de baixo carbono em comparação à geração tradicional norte-americana (TURNNEY; FTHENAKIS, 2011).

No estudo citado, a análise integrada identificou 32 impactos ambientais oriundos das UFV. Ante a geração tradicional de energia

Tabela 1 – Usinas fotovoltaicas registradas na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em março de 2017.

Estado	Operação		Construção		Construção não iniciada		Potência Total prevista por estado (MWp)
	Qtd	Potência (MWp)	Qtd	Potência (MWp)	Qtd	Potência (MWp)	
BA	2	2,50	11	316	21	561	879,70
CE	1	1,00			6	180	181,00
GO					2	40	40,00
MG	4	2,80	1	30	18	540	572,60
PB					5	144	144,00
PE	2	10,00			6	148	158,00
PI			9	270			270,00
RN	2	1,10			7	206	207,10
SC	3	4,00					4,00
SP	6	1,10			10	275	276,10
TO					15	270	270,00
Total	37	23,62	21	616	90	2.364	3.003,62

Fonte: adaptado de ANEEL (2017).

nos Estados Unidos, 22 foram classificados como benéficos, quatro como neutros, nenhum foi maléfico e outros seis necessitam de mais estudos. Todos os impactos de alta prioridade são favoráveis à substituição da geração elétrica tradicional pela geração fotovoltaica (TURNERY; FTHENAKIS, 2011). Há ainda a criação de empregos, um impacto positivo relevante. Estudos apontam para uma média de 30 empregos (diretos e indiretos) por MW instalado, em todo o ciclo de vida de UFV (ABINEE *apud* BARBOSA FILHO *et al.*, 2015).

Segundo Mariano *et al.* (2016), Barbosa Filho *et al.* (2015) e Turney e Fthenakis (2011), após análise generalizada, os impactos negativos de sistemas fotovoltaicos são pouco significativos quando comparados aos positivos e às vantagens de sua implantação. A maioria dos impactos negativos na fase de implantação tem efeito temporário e praticamente não ultrapassa suas fronteiras, ao passo que grande parte dos positivos tem seus efeitos postergados após a implantação e se consolida durante a fase de operação. No entanto, é preciso uma análise criteriosa da área prevista para o empreendimento, de modo que propicie a adoção de medidas preventivas e mitigadoras quanto à efetivação desses impactos ambientais. Para tal, fazem-se necessárias a criação e aplicação de programas de controle e monitoramento ambiental (BARBOSA FILHO *et al.*, 2015).

Comparação das legislações existentes e sugestão de critérios unificados

A análise da legislação de diferentes estados evidencia a divergência de critérios aplicados ao licenciamento ambiental para UFV, reiterando a necessidade de padronização nacional mínima, que deve ser pautada em análise técnica do real potencial degradador desse tipo de usina. A Tabela 2 apresenta o resumo dos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 462 (BRASIL, 2014) para o licenciamento ambiental de usinas eólicas como exemplo.

A fim de comparar as legislações estaduais a respeito do licenciamento ambiental de UFV, utilizou-se a mesma lógica dos fatores levantados na Tabela 2. Foi então elaborada a Tabela 3, abordando as diferentes particularidades desses requisitos legais.

A Tabela 4 apresenta um resumo em forma gráfica dos critérios citados nas diversas legislações estaduais para definir o enquadramento das UFV nos parâmetros de licenciamento de cada estado. Conforme já mostrado na Tabela 3, alguns estados adotam mais de um critério para este enquadramento de porte e potencial poluidor/degradador.

Observa-se que em metade dos 12 estados pesquisados a legislação não define, ou não deixa explícito, quais os critérios para enquadramento. Em contrapartida, vários estados citam a potência instalada como critério usado para definir o porte, dividido em classes, como pequeno, médio, grande e excepcional. Entretanto as faixas de potência consideradas nessas classes diferem consideravelmente entre os estados, conforme se pode observar na Tabela 2.

Outro critério citado é o local de instalação da usina: se há presença ou ausência de áreas ambientalmente frágeis. Caso o empreendimento afete essas áreas, há a necessidade de estudos mais detalhados, requerendo realização de Estudo de Impacto Ambiental e de Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Caso contrário, pode ser aplicado o procedimento simplificado ou estudos menos aprofundados.

A área ocupada também é citada como critério em alguns estados. Pela natureza da geração fotovoltaica, a área é diretamente proporcional à potência instalada. A razão entre potência instalada e área diretamente ocupada pode variar um pouco em função da tecnologia utilizada, mas se situa na faixa de 2,0 a 2,8 ha/MW (20 a 28 m²/kW ou 35 a 50 MW/km²; aproximadamente 2,5 vezes a área ocupada pelos painéis) (TURNERY; FTHENAKIS, 2011). O critério da área ocupada é relevante, pois é uma medida quantitativa do impacto espacial sobre o bioma onde a usina será instalada.

A supressão vegetal é outro critério citado na legislação consultada. No Rio de Janeiro, caso seja necessária a supressão, o empreendimento é classificado como de médio impacto; caso contrário, é de pequeno impacto. Esse critério é importante no caso de vegetação nativa ou em estágio avançado de sucessão. Nessas situações, a supressão representa impacto importante sobre a flora e a fauna. Não por acaso, a Resolução CONAMA nº 462/2014, que define critérios para licenciamento de usinas eólicas, lista a supressão de vegetação nativa do bioma mata atlântica

Tabela 2 - Regulamento de licenciamento de usinas eólicas.

Fator	Detalhamento ou definição da Resolução CONAMA nº 462/2014
Potencial poluidor	Em geral, baixo potencial poluidor/degradador
Porte	A definição de porte fica a critério do órgão licenciador
Procedimento e tipo de licença	Em geral, deve ser usado o procedimento simplificado: dispensada a exigência do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e o licenciamento pode ser realizado em etapa única com expedição de licença de instalação (LI)
Estudo solicitado	Em geral, Relatório Simplificado de Licenciamento (RSL)
Existência de Termo de Referência (TR)	Sim. O Anexo I da Resolução CONAMA nº 462/2014 apresenta TR para EIA/RIMA e o Anexo II, o TR para RSL.
Critérios adotados para o enquadramento do empreendimento	Localização, potência instalada (critério usado para dispensa do licenciamento)
Prazo de análise pelo órgão licenciador	60 dias
Exceções	Áreas de fragilidade ambiental (ver definições da Tabela 6)

Fonte: adaptado de Brasil (2014).

Tabela 3 - Resumo dos regulamentos específicos para licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas (UFV) nos diferentes estados brasileiros.

Estado	Órgão	Regulamento específico para UFV?	Base Legal	Pot. poluidor	Porte	Tipo de Licença	Estudo Solicitado	Existe TR específico?	Critérios adotados
SP	CETESB	Não	Res. SMA 49 (SMA, 2014) e DD 153 (CETESB, 2014)	Não definido	Não definido	Não definido	EAS, RAP ou EIA/RIMA (a depender do porte e potencial poluidor)	Não definido	Não definido
MG	SUPRAM	Sim	DN COPAM 74 (COPAM, 2004), 176 (COPAM, 2012) e 202 (COPAM, 2015)	Médio	Menor que 1 MW	Dispensado de licença	Não Aplicável	Sim	Potência nominal do inversor (Porte); local de instalação
					Pequeno: potência acima de 1 até 10 MW	AAF	Não Aplicável		
					Médio: potência acima de 10 até 80 MW	LP e LI	RCA (LP) e PCA (LI)		
					Grande: potência acima de 80 MW	LP e LI	EIA/RIMA (LP) e PCA (LI)		
RJ	INEA	Sim	Lei 4.235 (RIO DE JANEIRO, 2003), Dec. 44.820 (RIO DE JANEIRO, 2014) e Res. INEA 32 (INEA, 2011)	S/ supressão: baixo C/ supressão: médio	Pequeno: até 1 MW	LPI ou LP, LI, LO	Em caso de LPI: projeto da usina; Em caso de LP, RAS	Não definido	Potência (porte); área ocupada; supres. de vegetação
					Médio: de 1 a 10 MW				
					Grande: 10 a 100 MW				
					Excep.: > 100 MW				
TO	NATURANTINS	Não	Res. COEMA 07 (TOCANTINS, 2005), TR energia solar (NATURATINS, 2005?)	Não definido	Não definido	Não definido	RCA (LP) e PCA (LI)	Sim	Não definido
GO	SECIMA	Não	Port. 06 (GOIÁS, 2001), Port. SEMARH 82 (GOIÁS, 2013)	Baixa magnitude	Não definido	LAS	MCE, Projeto de controle da poluição; PGRS	Sim	Não definido
BA	INEMA	Sim	Lei 10.431 (BAHIA, 2006), Dec.14.032 (BAHIA, 2012), Dec. 15.682 (BAHIA, 2014).	Baixo	Pequeno: 1 a 50 ha	LU ou LAC	Estudo para Ativ. Pequeno Impacto EPI	Sim ¹	Área da usina instalada (ha)
					Médio: 50 a 200 ha				
					Grande: > 200 ha	LP, LI e LO ou LAC	EMI		
PR	IAP	Sim	Portaria IAP 19 (IAP, 2017)	Baixo	Menor que 1 MW	Dispensado de Licença	Não Aplicável	Não definido	Potência (porte) e local de instalação
					De 1 a 5 MW	Dispensado de Licença (SFVCR) ou Autorização Ambiental (SFVI)	Memorial Descritivo		
					De 5 a 10 MW	Convencional: LP, LI, LO	RAS		
					Maior que 10 MW	Convencional: LP, LI, LO	EIA/RIMA		

Continua..

Tabela 3 - Continuação.

Estado	Órgão	Regulamento específico para UFV?	Base Legal	Pot. poluidor	Porte	Tipo de Licença	Estudo Solicitado	Existe TR específico?	Critérios adotados
CE	SEMA-CE	Sim	Res. COEMA 03 (CEARÁ, 2016)	Médio	Até 2 MW	Dispensado de Licença	Não Aplicável	Não definido	Potência (porte) e local de instalação
					De 2 a 3 MW	Autodeclaração online	Não Aplicável		
					De 3 a 5 MW	LAS	Não definido		
					Acima de 5 MW	LP, LI e LO	EIA/RIMA		
PE	CPRH	Não	Lei 14.249 (PERNAMBUCO, 2010), Lei 14.549 (PERNAMBUCO, 2011)	Não definido	Não definido	Processo avaliatório simplificado (CPRH, 2015)	Não definido	Não definidos	
PI	SEMAR	Não	Res. CONSEMA 10 (PIAUI, 2009)	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido
RN	IDEMA	Sim	Res. CONEMA 04 (RIO GRANDE DO NORTE, 2006), Res. CONEMA 02 (RIO GRANDE DO NORTE, 2014)	Pequeno	Até 15 MW	LS ou LSP e LSIO	RAS	Não definido	Potência (porte)
					Acima de 15 MW	Convencional: LP, LI, LO	RAS		
PB	SUDE-MA	Não	COPAM 3.245 (PARAÍBA, 2003)	Não definido	Não definido	Supõe-se que seja LP, LI, LO	Não definido - supõe-se que seja EIA/RIMA	Não definido	Não definido

EAS: estudo ambiental simplificado; RAP: relatório ambiental prévio; EIA/RIMA: estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental; RCA: relatório de controle ambiental; PCA: plano de controle ambiental; MCE: memorial de caracterização do empreendimento; RAS: relatório ambiental simplificado; AAF: autorização ambiental de funcionamento; EMI: estudo ambiental para atividades de médio impacto; LAS: licença ambiental simplificada; LU: licença unificada; LAC: licença por adesão e compromisso; LI: licença de instalação; LP: licença prévia; LPI: licença prévia e de instalação; LO: licença de operação; LS: licença simplificada; LSP: licença simplificada prévia; LSIO: licença simplificada de instalação e operação; TR específico é expedido para cada empreendimento específico.

como um dos casos em que é necessária a realização de EIA/RIMA, dada a sensibilidade do bioma.

Os critérios para o enquadramento das UFV conforme porte e potencial poluidor são:

- potência instalada ou área ocupada;
- supressão de vegetação (especialmente vegetação nativa ou em área de preservação permanente — APP);
- fragilidade socioambiental do local de instalação.

Cada um desses três itens é detalhado a seguir. Na Tabela 5 são apresentadas as diferentes definições quanto ao enquadramento do potencial poluidor, porte, tipo de licença e os estudos solicitados para o licenciamento das UFV nos estados pesquisados.

Definição de áreas de fragilidade socioambiental

A Tabela 6 apresenta os critérios sugeridos para orientar o enquadramento de UFV situadas em áreas de fragilidade socioambiental, para as quais é necessário maior aprofundamento técnico nos estudos, portanto o instrumento de análise pode ser o EIA/RIMA.

Definição de faixas de porte das usinas fotovoltaicas

Conforme a Tabela 3, existe divergência entre os estados também no que se refere à classificação do porte. Levando em conta que o porte da maioria das novas UFV a serem implantadas no Brasil é de 30 MW, pelo benefício de isenção do imposto sobre a transmissão de energia, é relevante usar esse número (ou seus múltiplos) como linha de corte para o enquadramento das UFV quanto ao porte. É importante definir ainda os casos dispensados de licenciamento ambiental estadual para reduzir dúvidas. Sugere-se que, para os casos em que a UFV seja instalada em edificação existente, seja dispensado o licenciamento ambiental por se tratar de área já alterada pela atividade humana.

É relevante ainda considerar os critérios de definição de porte da Resolução ANEEL nº 687/2015. Pelo artigo 2º, instalações entre 75 kW e 5 MW são classificadas como minigeração distribuída. Então sistemas de potência inferior a este limite de 5 MW tendem a ser predominantemente ligados à geração distribuída, e não à geração centralizada em usinas. Ainda assim, projetos de 5 MW podem ocupar em média 12 a 15 ha, por isso é relevante que sejam avaliados por meio de licenciamento.

Tabela 4 - Diferentes critérios adotados para enquadramento das usinas fotovoltaicas (UFV) nos estados.

Critérios adotados para enquadramento	Nº de estados e % dos casos	Casos	Gráfico
Não definido	6 - 35%	SP, TO, GO, PE, PI, PB	
Potência instalada (MW)	5 - 29%	MG, RJ, PR, CE, RN	
Local de instalação (presença ou ausência de áreas frágeis)	3 - 18%	MG, PR, CE	
Área ocupada (ha)	2 - 12%	BA, RJ	
Supressão de vegetação (presença ou ausência)	1 - 6%	RJ	

Tabela 5 - Definições quanto ao enquadramento do potencial poluidor, porte, tipo de licença e estudos solicitados para o licenciamento das usinas fotovoltaicas (UFV) nos estados pesquisados.

Potencial poluidor	Nº estados e %	Casos	Gráfico
Não definido	5 - 42%	SP, TO, PE, PI, PB	
Pequeno	4 - 33%	GO, BA, PR, RN	
Médio	2 - 17%	MG, CE	
Pequeno ou médio (a depender da supressão de vegetação)	1 - 8%	RJ	
Classes de Porte	Nº estados e %	Casos	Gráfico
Não definido	6 - 50%	SP, TO, GO, PE, PI, PB	
2 classes	1 - 8%	RN	
3 classes	1 - 8%	BA	
4 classes	4 - 34%	MG, RJ, PR, CE	
Tipo de licença	Nº estados e %	Casos	Gráfico
Não definido (sem licenciamento simplificado; provável processo em três etapas: LP, LI, LO)	4 - 33%	SP, TO, PI, PB	
Licença simplificada para pequeno porte	6 - 50%	MG, RJ, BA, PR, CE, RN	
Licença simplificada para todos os casos	2 - 17%	GO, PE	

Continua...

Tabela 5 - Continuação.

Estudo solicitado	Nº estados e %	Casos	Gráfico
Não definido (possivelmente EIA/RIMA em todo caso)	3 - 25%	SP, PI, PB	
EIA/RIMA para grande porte ou áreas sensíveis	3 - 25%	MG, PR, CE	
RAS, RCA ou outros estudos simplificados (pequeno porte)	3 - 25%	RJ, BA, PE	
RAS ou MCE	3 - 25%	TO, GO, RN	

EIA/RIMA: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental; RCA: Relatório de Controle Ambiental; RAS: Relatório Ambiental Simplificado; LI: Licença de Instalação; LO: Licença de Operação; LP: Licença Prévia.

Tabela 6 - Sugestão de critérios de enquadramento dos empreendimentos situados em áreas de fragilidade socioambiental, para os quais se requer Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Base legal (Referências)	Critério de área de fragilidade socioambiental
Res. CONAMA 462/2014 (usinas eólicas)	<p>Empreendimentos que estejam localizados ou necessitem de intervenção em:</p> <p>I - em formações dunares, planícies fluviais e de deflação, mangues e demais áreas úmidas;</p> <p>II - no bioma Mata Atlântica e implicar corte e supressão de vegetação [...];</p> <p>III - na Zona Costeira e implicar alterações significativas das suas características naturais, conforme dispõe a Lei nº 7.661/1988;</p> <p>IV - em zonas de amortecimento de unidades de conservação (UC) de proteção integral [...];</p> <p>V - em locais em que venham a gerar impactos socioculturais diretos que impliquem inviabilização de comunidades ou sua completa remoção;</p> <p>VI - em áreas de ocorrência de espécies ameaçadas de extinção e áreas de endemismo restrito, conforme listas oficiais.</p>
DN COPAM 202/2015	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão de maciço florestal; e/ou • Intervenção em área de preservação permanente (APP); e/ou • Intervenção em área de influência de cavidades naturais subterrâneas
Portaria IAP 19/2017	<p>Deve ser elaborado o estudo pertinente sem prejuízo das demais obrigações legais, como autorização para supressão de vegetação (ASV, caso aplicável); autorização ambiental para movimentação de solo; manifestação de órgão gestor de UC caso a área de instalação localizar-se dentro dela ou em sua zona de amortecimento; manifestação do departamento competente do órgão licenciador caso a área de instalação coincida com área de ocorrência de espécie endêmica ou ameaçada de extinção.</p>

Fonte: adaptado de Brasil (2014); COPAM (2015); IAP (2017).

Sugere-se como linha de corte para definir casos dispensados de licenciamento a potência mínima de 1 MW, correspondente a 3 ha.

Após a ponderação desses aspectos, a Tabela 7 apresenta a sugestão de critérios para enquadramento das UFV conforme o porte, considerando em conjunto as variáveis potência instalada e área diretamente ocupada. Devem ser avaliados ambos os critérios, prevalecendo o que resultar na classificação maior. Por exemplo, se a usina tem entre 1 e 30 MW, porém ocupa uma área diretamente afetada maior que 75 ha, deve ser classificada como porte médio.

Preferiu-se utilizar o critério da área diretamente ocupada, em vez da área total da propriedade, pois a legislação brasileira requer que as propriedades rurais contem com área de reserva legal, bem como APP ao longo de corpos d'água, encostas, entre outras. Apesar de fazerem parte da propriedade, tais áreas não são diretamente impactadas. Por essa razão, sugere-se o uso do critério de área diretamente ocupada para não penalizar usinas cuja área total seja maior por outros motivos.

Com base nesse princípio, a UFV do porte mais comum a ser implantada no Brasil, 30 MW, é classificada como de pequeno porte, desde que tenha área diretamente afetada menor que 75 ha. Nesse caso, sugere-se o licenciamento prévio e de instalação em etapa única e a realização de relatório ambiental simplificado (RAS).

O EIA/RIMA, nesse ponto de vista, é necessário para UFV de grande porte, acima de 90 MW. Nesse caso, também se sugere o licenciamento convencional em três etapas: licença prévia, de instalação e de operação. A justificativa é que, dado o porte, as atividades de implantação podem ter duração de um a dois anos. Portanto, é relevante apresentar na fase de obtenção da LI quais serão os programas ambientais executados para minimização dos impactos ambientais, principalmente na fase de implantação. É importante também a realização de audiências públicas, bem como o pagamento da compensação ambiental (BRASIL, 1986). Segundo a sugestão da Tabela 7, usinas com potência até 1 MW

e até 3 ha de área diretamente ocupada estão dispensadas de licenciamento ambiental, desde que atendam também aos critérios de potencial poluidor descritos na sequência da Tabela 8.

Definição de classes de potencial poluidor das usinas fotovoltaicas

Com relação ao potencial poluidor, foram selecionados dois critérios para enquadramento que descrevem o potencial de impacto deste tipo de empreendimento (UFV) sobre o meio ambiente. Estes critérios são: a necessidade de supressão de vegetação nativa (e/ou em APP) e a localização em área de fragilidade ambiental, conforme já definido na Tabela 6. A Tabela 8 resume esses critérios e as diferentes possibilidades de enquadramento sugeridas.

Na Tabela 7, sugere-se que UFV de até 1 MW, não situadas em área de fragilidade ambiental e que não requeiram supressão de vegetação nativa ou em APP sejam dispensadas de licenciamento. Quanto ao tipo

Tabela 7 - Sugestão de critérios de enquadramento de usinas fotovoltaicas (UFV) por porte.

Classificação de porte	Porte (escolhe-se o maior de ambos os critérios)		Tipo de licença	Estudo
	Faixa de potência (MW)	Área diretamente ocupada (ha)		
Dispensado	Até 1	Até 3	Não aplicável	Não aplicável
Pequeno	Acima de 5 até 30	De 12 até 75	LP e LI em etapa única	RAS
Médio	Acima de 30 até 90	De 75 até 225		RAS
Grande	Maior que 90	Acima de 225	3 etapas: LP, LI e LO	EIA/RIMA

EIA/RIMA: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental; RAS: Relatório Ambiental Simplificado; LI: Licença de Instalação; LO: Licença de Operação; LP: Licença Prévia.

Tabela 8 - Sugestão de critérios de enquadramento de usinas fotovoltaicas (UFV) por potencial poluidor.

Classificação de potencial poluidor	Potencial poluidor		Tipo de licença	Estudo necessário no licenciamento
	Requer supressão (vegetação nativa e/ou em APP)?	Em área de fragilidade ambiental?		
Dispensado	Não	Não	Não aplicável	Não aplicável
Pequeno	Não	Não	LP e LI em etapa única	RAS
Médio	Sim	Não		RAS
Grande	Sim	Sim	3 etapas: LP, LI e LO	EIA/RIMA

EIA/RIMA: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental; RAS: Relatório Ambiental Simplificado; APP: área de preservação permanente; LI: Licença de Instalação; LO: Licença de Operação; LP: Licença Prévia.

de licença para usinas com potência superior a essa e que não estejam localizadas em áreas ambientalmente frágeis, sugere-se que seja adotado um procedimento simplificado, expedindo de uma só vez LP e LI.

Ao utilizar em conjunto os critérios das Tabelas 7 e 8, observa-se que há coerência técnica. Na possibilidade de haver algum empreendimento que seja classificado de forma divergente, deve-se levar em consideração a classificação mais restritiva. Por exemplo, uma UFV com potência inferior a 1 MW e área menor que 3 ha é classificada como dispensada de licença pelo porte. Entretanto, independentemente de seu porte, se ela estiver situada em local de fragilidade ambiental e que necessite supressão de vegetação nativa, seu potencial poluidor é enquadrado como grande, exigindo a elaboração de EIA/RIMA.

Principais aspectos e impactos a serem abordados nos estudos ambientais

Uma vez já discutidos os critérios para a classificação das UFV conforme o porte e o potencial poluidor, o tipo de licenciamento sugerido e o respectivo estudo ambiental necessário como subsídio a esse processo, cabe considerar qual o conteúdo mínimo relevante a ser abordado nesses estudos. Na Tabela 9, apresenta-se a compilação dos aspectos e impactos citados anteriormente, que são os básicos a serem abordados nos estudos ambientais de UFV. Em contrapartida, a critério do órgão licenciador ou dos responsáveis técnicos pelo estudo, podem ser excluídos os aspectos e impactos que não se aplicam a determinado empreendimento, desde que seja apresentada a justificativa técnica.

Outros aspectos que não são relevantes no caso de UFV são, na fase de operação: a emissão de poluentes atmosféricos e o impacto sobre a qualidade do ar, bem como a emissão de ruído. Com exceção da fase de implantação, é mínima a expectativa desses impactos. Portanto, não é necessário tanto esforço nesses pontos, em comparação com o que é normalmente exigido para outros empreendimentos, como termoeletricitricas.

CONCLUSÃO

Em resumo, o desenvolvimento deste estudo propôs o enquadramento das UFV como de baixo impacto ambiental, sendo licenciadas por processo simplificado com emissão de licença prévia e de instalação em etapa única (a não ser em áreas classificadas como de fragilidade socioambiental). Os critérios indicados para enquadramento de porte são a potência instalada (MW) e a área diretamente ocupada (ha), conforme Tabela 7.

Com relação ao potencial poluidor, os critérios propostos para o enquadramento são: necessidade de supressão de vegetação nativa (e/ou APP) e localização em área de fragilidade ambiental, conforme Tabela 8. A avaliação desses critérios de potencial poluidor e porte definem qual o tipo de estudo ambiental necessário como subsídio ao licenciamento: se um EIA/RIMA completo ou se pode ser aceito o RAS, de acordo com a Resolução CONAMA nº 279 (BRASIL, 2001).

Tabela 9 - Principais aspectos e impactos ambientais relacionados às usinas fotovoltaicas (UFV).

	Aspectos ambientais das UFV	Impactos ambientais em potencial	Meio
Implantação	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 utiliza solda e chumbo	Possível contaminação do solo	F
	Instalação dos módulos		F
	Geração de resíduos de construção civil		F
	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
Operação	Área ocupada pela UFV	Comprometimento da paisagem, ofuscamento por reflexão da luz	F/S
		Restrição de ocupação no entorno da UFV, para evitar sombreamento	F
		Aumento da susceptibilidade à erosão do solo pelo maior escoamento superficial	F
		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
	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
	Geração de energia renovável	Melhoria na oferta de energia elétrica	S
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	
Desativação	Geração de resíduos sólidos de construção civil e eletrônicos	Potencial de contaminação do solo e ambiente com metais pesados (chumbo, cromo, comp. bromados)	F
	Desmobilização da UFV	Comprometimento paisagístico e degradação ambiental	S
		Supressão de postos de trabalho	S

F: meio físico; B: meio biótico; S: meio socioeconômico; GEE: gases de efeito estufa.

Fonte: adaptado de Barbosa Filho (2015); FEAM (2013); Turkey e Fthenakis (2011); Reis (2015); Ferreira *et al.* (2016); Mariano *et al.* (2016).

Este trabalho propôs critérios para definir quais empreendimentos são dispensados de licenciamento ambiental, dado o potencial poluidor insignificante e o respectivo porte. Foram apontados também os principais aspectos e os respectivos impactos das UFV que devem ser abordados nos estudos ambientais, com detalhamento adequado para cada caso.

A adoção das proposições sugeridas neste trabalho acadêmico pode trazer maior segurança jurídica a todos os envolvidos e interessados nesse processo de licenciamento ambiental. Uma legislação unificada torna-se uma ferramenta para promover, simultaneamente, o desenvolvimento de projetos de UFV e a proteção do meio ambiente por meio da minimização de seus possíveis impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CPRH). (2015) *Relatório de Gestão - CPRH 2011-2014*. Recife: Governo do Estado de Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/relat%C3%B3rio%202011a2014;4905;20150203.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Banco de Informações de Geração (BIG)*. Capacidade de Geração Brasil. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). (2015) *Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015*. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. ANEEL.
- ALSEMA, E.A. (2000) Energy pay-back time and CO2 emissions of PV systems. *Progress in Photovoltaics*, v. 8, n. 1, p. 17-25. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-159X\(200001/02\)8:1%3C17::AID-PIP295%3E3.O.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-159X(200001/02)8:1%3C17::AID-PIP295%3E3.O.CO;2-C)
- BAHIA. (2006) *Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006*. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=121083>>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- BAHIA. (2012) *Decreto nº 14.032, de 15 de junho de 2012*. Bahia. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=242363>>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- BAHIA. (2014) *Decreto nº 15.682, de 19 de novembro de 2014*. Bahia. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=277752>>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- BARBOSA FILHO, W.P.; FERREIRA, W.R.; AZEVEDO, A.C.S.; COSTA, A.L.C.; PINHEIRO, R.B. (2015) Expansão da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Impactos Ambientais e Políticas Públicas. *Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, n. esp., p. 628-642.
- BRASIL. (1986) Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986*. Brasil: CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 13 mar. 2017.
- BRASIL. (2001) Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001*. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27901.html>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- BRASIL. (2014) Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 462, de 24 de julho de 2014*. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=703>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- CEARÁ. (2016) *Resolução COEMA nº 3, de 3 de março de 2016*. Ceará. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=318644>>. Acesso em: 27 jun. 2017.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). (2014) *Decisão de diretoria nº DD 153/2014/I, de 28 de maio de 2014*. São Paulo: CETESB. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-153-2014.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). (2004) *Deliberação Normativa nº 74, de 09 de setembro de 2004*. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095#_ftn6>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). (2012) *Deliberação Normativa nº 176, de 21 de agosto de 2012*. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40455>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). (2015) *Deliberação Normativa nº 202, de 03 de junho de 2015*. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=38355>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- COUTO, A. (2017) *O Sol é para todos*. SAES Advogados. Disponível em: <<https://www.saesadvogados.com.br/2017/09/19/o-sol-e-para-todos/>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- FERREIRA, W.R.; BARBOSA FILHO, W.P.; SILVA, L.M.L.; AZEVEDO, A.C.S. (2016) Levantamento de Impactos Ambientais na construção e operação de usinas Heliotérmicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 10., 2016. *Anais...* Gramado.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). (2013) *Documento nº 1/2013 GEMUC/DPED/FEAM: Proposta de Termo de Referência para elaboração de estudos ambientais visando o licenciamento ambiental de usinas solares fotovoltaicas no estado de Minas Gerais*. Minas Gerais: Governo do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

- GOIÁS (ESTADO). (2001) *Portaria nº 06/2001-N, de 7 de março de 2001*. Goiás. Disponível em: <<https://sogis8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro49685/portaria%20agma%20n%C2%BA%2006%20de%2007-03-2001.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- GOIÁS (ESTADO). (2013) *Portaria SEMARH nº 82/2013-GAB*. Goiás. Disponível em: <<https://sogis8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro24314/portaria%20semarh%20n%C2%BA%2082%20de%2018-04-2013.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- HOSENUZZAMAN, M.; RAHIM, N.A.; SELVARAJ, J.; MALEK, A.B.M.A.; NAHAR, A. (2015) Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 41, p. 284-297. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.046>
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). (2017) *Portaria IAP nº 19, de 6 de fevereiro de 2017*. Paraná: IAP. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=337165>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). (2016) *Instruções Técnicas para Apresentação de Projetos de Geração de Energia Eólica e Fotovoltaica- Licença Prévia ou Licença Simplificada Prévia*. Rio Grande do Norte (RN). IDEMA. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000134232.PDF>>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA). (2011) *Resolução INEA nº 32, de 15 de abril de 2011*. INEA. Disponível em: <<http://www.macaerj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1354963279.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2017.
- INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS (NATURATINS). [2005?] *Termo de Referência para elaboração de relatório de controle ambiental e plano de controle ambiental para parques de geração de energias alternativa (solar, eólica e outras)*. Governo do Estado do Tocantins. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/125686/>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). (2016) *The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025*. IRENA. Disponível em: <www.irena.org/publications>. Acesso em: 2 abr. 2017.
- MARIANO, J.D.; SANTOS, F.R.; BRITO, G.W.; URBANETZ JR., J.; CASAGRANDE JUNIOR, E.F. (2016) Hydro, thermal and photovoltaic power plants: A comparison between electric power generation, environmental impacts and CO2 emissions in the Brazilian scenario. *International Journal of Energy and Environment*, v. 7, n. 4, p. 347-356.
- MCCRARY, M.D.; MCKERNAN, P.A.F.; WAGNER, W.D. (1984) *Wildlife interactions at solar one: final report*. Rosemead: Southern California Edison.
- NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (NREL). (2013) *Land-Use Requirements for Solar Power Plants in the United States*. Sean Ong, Clinton Campbell, Paul Denholm, Robert Margolis, and Garvin Heath (Orgs.). Relatório Técnico NREL/TP-6A20-56290. Disponível em: <www.nrel.gov/publications>. Acesso em: 1º jun. 2017.
- PARAÍBA. (2003) *Deliberação COPAM nº 3.245, de 26 de fevereiro de 2003*. João Pessoa.
- PERNAMBUCO. (2010) *Lei nº 14.249, de 17 de dezembro de 2010*. Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%20Est%2014249;141010;20101228.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- PERNAMBUCO. (2011) *Lei nº 14.549 de 21 de dezembro de 2011*. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=150643>>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- PIAUI. (2009) *Resolução CONSEMA nº 010, de 25 de novembro 2009*. Piauí: CONSEMA. Disponível em: <http://www.diariooficial.pi.gov.br/diario/201001/DIARIO19_ed7f181124.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- REIS, D.C. (2015) *Análise Crítica do Processo de Licenciamento Ambiental de Usinas Fotovoltaicas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- RIO DE JANEIRO (ESTADO). (2003) *Lei nº 4.235, de 2 de dezembro de 2003*. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://gov.rj.jusbrasil.com.br/legislacao/172399/lei-4235-03>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- RIO DE JANEIRO (ESTADO). (2014) *Decreto Nº 44.820, de 02 de junho de 2014*. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=270983>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- RIO GRANDE DO NORTE. (2006) *Resolução CONEMA nº 4, de 12 de dezembro de 2006*. Disponível em: <<https://sogis8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro149935/a252834461cd4ebe81908c475539157e.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2017.
- RIO GRANDE DO NORTE. (2014) *Resolução CONEMA nº 2, de 11 de novembro de 2014*. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000081145.PDF>>. Acesso em: 9 jul. 2017.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SMA). (2014) *Resolução SMA nº 49, de 28 de maio de 2014*. Disponível em: <<http://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2014/05/RESOLUCAO-SMA-49-28052014.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- TOCANTINS. (2005) *Resolução COEMA/TO nº 07, de 9 de agosto de 2005*. *Diário Oficial*, n. 2.001.
- TURNEY, D.; FTHENAKIS, V. (2011) Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, p. 3261-3270. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.023>