



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

VANESSA DA SILVA SANTOS

**PARQUES FOTOVOLTAICOS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO
DE IMPLANTAÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS NO NORDESTE**

ANGICOS

2025.2

VANESSA DA SILVA SANTOS

**PARQUES FOTOVOLTAICOS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO
DE IMPLANTAÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS NO NORDESTE**

Trabalho Final de Graduação
apresentado à Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Kleber Cavalcanti Cabral

ANGICOS

2025.2

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a). Setor de Informação e Referência

SS586 Santos, Vanessa da Silva .
p PARQUES FOTOVOLTAICOS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL:
ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DE USINAS
FOTOVOLTAICAS NO NORDESTE / Vanessa da Silva
Santos. - .
f. : il.

Orientador: Kleber Cavalcanti Cabral.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
.

1. Legislação. 2. Sustentável. 3. Nordeste. 4.
Estudos. I. Cabral, Kleber Cavalcanti , orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

VANESSA DA SILVA SANTOS

**PARQUES FOTOVOLTAICOS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO
DE IMPLANTAÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS NO NORDESTE**

Trabalho Final de Graduação
apresentado à Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 18/ 12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Kleber Cavalcanti Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente

Luis Henrique Gonçalves Costa, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

Arthur Gomes Dantas de Araújo, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Chegar a este ponto não é apenas o fim de um ciclo acadêmico; é o testemunho vivo de uma jornada tecida com fé, amor, sacrifício e colaboração. É com o coração transbordando de profunda e inabalável gratidão que dedico estas palavras àqueles que foram pilares e luz em meu caminho.

Ao Criador do Universo, meu Senhor e Redentor, dedico minha gratidão que transcende o tempo e a compreensão. Foi na Vossa Divina Presença que encontrei o porto seguro em meio às tempestades da vida acadêmica. A paz que acalmou a ansiedade, a paciência que forjou a resiliência nos momentos de maior desafio, a saúde para seguir adiante e o amor incondicional que me sustentou. Em cada página escrita, em cada obstáculo superado, senti vossa mão me guiando. Meu eterno e reverente obrigada.

A vocês, meus amados pais, dedico uma gratidão que as palavras jamais poderão expressar plenamente. O futuro digno que me foi oferecido não veio por acaso, mas sim do suor, da renúncia e do amor incondicional de vocês. Cada conselho sábio, cada abraço apertado que dissipou o medo e a dúvida, e a educação firme que me ensinou a nunca desistir e a correr incansavelmente atrás dos meus objetivos, são o alicerce sólido da pessoa que sou hoje. Honrarei o legado de vocês em cada passo e sucesso da minha vida. Recebam minha gratidão eterna.

Aos meus amigos que transformaram o caos da vida acadêmica em ambiente calmo, leve, engraçado e confortável. Samile Chaves, Rafael Jordan, Jefferson Ricardo, Jeferson Justino, Thâmara Alves. Meus sinceros agradecimentos, vocês também fazem parte dessa história que apesar de parecer ser o final, está apenas começando.

Ao professor Kleber Cabral, meu orientador, agradeço imensamente por ter abraçado este desafio, no meio do caminho, nunca esquecerei da mão que me deste, és um exemplo claro de ótimo professor.

Guardo com carinho e muito respeito, a contribuição da professora Marcilene que iniciou esta jornada de pesquisa comigo. Embora a vida tenha nos levado para caminhos diferentes, sua marca está presente no alicerce deste projeto.

Por fim, e não menos importante, ao coordenador do curso, Luís Henrique, seu incentivo e sua convicção de que eu conseguiria chegar até aqui, foram essenciais para a minha evolução como profissional, assim como Kleber, Luís Henrique é um exemplo claro de professor que pensa no futuro dos seus alunos. Agradeço por tudo, sem o seu profissionalismo e coração grande, talvez eu não chegaria até aqui!

“Nós sempre nos definimos pela
capacidade de superar o impossível”

- Interestelar.

RESUMO

A legislação ambiental é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável de grandes projetos de infraestrutura, atuando como o principal instrumento de mitigação de impactos e de ordenamento territorial. O presente trabalho aborda a implementação de Parques Fotovoltaicos na região Nordeste do Brasil sob o aspecto das normas ambientais e da governança institucional responsável por sua aplicação. O trabalho focou na avaliação comparativa dos modelos de gestão de licenciamento adotados em diferentes estados, buscando identificar as divergências e gargalos processuais na tramitação de projetos de energia solar de grande porte. A metodologia utilizada foi o Estudo de Caso Múltiplo, que incluiu análise documental de processos e das estruturas orgânicas de agências ambientais e hídricas estaduais. Foi constatado que a principal divergência reside na organização institucional dos órgãos estaduais. O estado da Bahia por ter um modelo de legislação integrado, é o único estado que, ao unificar as competências, demonstrou ser mais ágil, mas, em contrapartida, o modelo dissociado adotado pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco (com agências hídricas e ambientais separadas), geram um gargalo processual significativo. Os resultados obtidos demonstram que a arquitetura institucional de gestão ambiental e hídrica é o fator determinante para a celeridade e eficácia do processo de implantação. Conclui-se que a padronização e a integração interinstitucional são essenciais para que a legislação cumpra seu papel de forma eficiente, conciliando a expansão da matriz energética com a proteção dos recursos ambientais no Nordeste.

Palavras-chave: Legislação, sustentável, Nordeste, estados.

ABSTRACT

Environmental legislation is fundamental to ensuring the sustainable development of large infrastructure projects, acting as the main instrument for mitigating impacts and territorial planning. This project addresses the implementation of photovoltaic parks in the Northeast region of Brazil from the perspective of environmental regulations and the institutional governance responsible for their application. The work focused on a comparative evaluation of the licensing management models adopted in different states, seeking to identify the divergences and procedural bottlenecks in the processing of large-scale solar energy projects. The methodology used was the Multiple Case Study, which included documentary analysis of processes and the organic structures of state environmental and water agencies. It was found that the main divergence lies in the institutional organization of the state agencies. The state of Bahia, due to its integrated legislative model, is the only state that, by unifying competencies, has proven to be more agile. However, in contrast, the dissociated model adopted by the states of Ceará, Rio Grande do Norte, and Pernambuco (with separate water and environmental agencies) generates a significant procedural bottleneck. The results obtained demonstrate that the institutional architecture of environmental and water management is the determining factor for the speed and effectiveness of the implementation process. It is concluded that standardization and inter-institutional integration are essential for legislation to fulfill its role efficiently, reconciling the expansion of the energy matrix with the protection of environmental resources in the Northeast.

Keywords: Legislation, sustainable, Northeast, states.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de irradiação no plano inclinado na latitude - média anual	
		16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Agências de gestões ambientais e hídricas nos estados do Nordeste.....	25
Tabela 2	Comparativo de Condicionantes Ambientais-Chave para o Licenciamento em Estados do Nordeste	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recurso Hídricos
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
IGARN	Instituto de Gestão das águas do RN
CPRH	Agência Estadual do Meio Ambiente
APAC	Agência de águas e climas
LP	Licença Prévia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
OEMAS	Órgãos Estaduais de Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
GC	Geração Central
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
MMA	Ministério do Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
ASV	Autorização para Supressão de Vegetação
UFV	Usina Fotovoltaica
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
BA	Bahia
PE	Pernambuco
RN	Rio Grande do Norte
CE	Ceará

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Geração centralizada fotovoltaica: características gerais da implantação.....	15
2.2 O licenciamento ambiental e seus instrumentos legais.....	16
2.3 Competência para o licenciamento e o papel dos Órgãos Estaduais.....	17
2.4 A diversidade dos estudos ambientais exigidos.....	18
2.5 Impactos no uso e ocupação do solo e no Bioma caatinga.....	18
2.6 Impactos nos Recursos Hídricos e Socioeconômicos no Nordeste.....	19
2.6.1 Medidas Mitigadoras e Compensatórias na Legislação Ambiental.....	19
2.6.2 Medidas Mitigadoras Específicas para Parques Fotovoltaicos no Nordeste.....	20
2.6.3 O Cenário Institucional do Licenciamento: Análise das Agências Reguladoras Estaduais (BA, CE, RN e PE).....	21
3. METODOLOGIA.....	24
3.1 Procedimentos de coleta: Pesquisa documental e bibliográfica.....	24
3.1.1 Área de abrangência da pesquisa.....	24
3.1.2 Métodos de Análise dos Dados.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
4.1 Assimetria Processual e o Fator de Risco da Interface Burocrática.....	25
4.2 Eficácia e Rigor das Condicionantes para Proteção da Caatinga e Uso Hídrico.....	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
5.1 O que a lei diz e como ela é aplicada.....	27
5.2 Desafios e dificuldades no processo.....	28
5.3 Impactos e o que é feito para resolvê-los.....	28
6. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A energia solar se consolida como uma das fontes renováveis mais promissoras, oferecendo benefícios econômicos e ambientais. No contexto brasileiro, com a grande potência solar e das mudanças nas diretrizes do setor elétrico, favorece o desenvolvimento da geração distribuída. Portanto, a energia gerada por meio do sistema fotovoltaico vem registrando crescimento contínuo, acompanhando avanços tecnológicos e progresso global na área energética. A Agência Brasil, informou que a geração solar centralizada foi o maior destaque da geração de energia renovável, esse tipo de fonte de energia teve o maior aumento da geração no ano de 2022, de 64,3% comparado ao ano de 2021.

O Nordeste do Brasil se destaca na produção de energia eólica e solar devido aos recursos naturais favoráveis, apresentando altos índices de irradiação solar e boa incidência de ventos. “Esse contexto tem atraído incentivos governamentais e investimentos da iniciativa privada, fomentando o desenvolvimento de projetos de energia renovável na região” (Casarin, 2024). “A região Nordeste abriga a maioria deles: 104 dessas novas usinas, com 3.323 MW de capacidade (AGÊNCIA GOV, 2024)”.

Estados como Bahia, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte destacam-se pela implantação de parques fotovoltaicos de grande porte, aproveitando o alto índice de radiação solar, amplas áreas disponíveis e baixa densidade populacional. Além disso, a expansão da energia solar tem gerado impactos socioeconômicos positivos.

Assim como qualquer ação humana que modifica o ambiente natural, os decorrentes efeitos que as instalações das usinas, não podem ser ignoradas, devem ser devidamente analisados ao decorrer do processo de licenciamento ambiental.

No âmbito nacional, ainda carece uma regulamentação federal que defina parâmetros para a regularização jurídica do empreendimento das usinas fotovoltaicas e para os procedimentos de autorização. Portanto, estados diversos criaram as próprias regulamentações.

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso e se fundamenta na necessidade de compreender como é a implantação de parques fotovoltaicos no Nordeste, diante das exigências da legislação ambiental. Para isso, será feita uma análise para verificar se os empreendimentos estão em conformidade com as normativas locais vigentes, e de que forma os agentes envolvidos estão preparados para atender os requisitos legais e socioambientais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar estudo sobre aplicação da legislação ambiental em implantação de parques fotovoltaicos, tomando por base um estudo de caso da implantação de usinas fotovoltaicas na Região Nordeste.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar mapeamento legal: identificar o que a lei diz, verificar a conformidade e a estrutura normativa da legislação ambiental federal e estadual (Nordeste) aplicável ao licenciamento e operação de grandes usinas fotovoltaicas;
- Mapear e analisar os desafios regulatórios, burocráticos e ambientais enfrentados no processo de implantação e licenciamento do(s) parque(s) selecionado(s) no estudo de caso.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

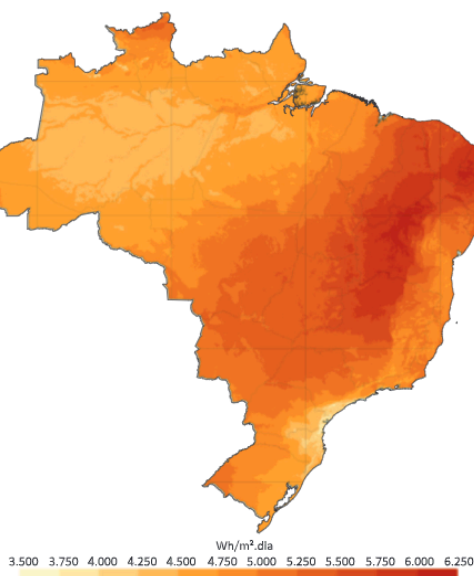
Neste item será apresentada a revisão bibliográfica, cujos fundamentos estão organizados conforme os eixos temáticos que nortearão o desenvolvimento deste estudo.

2.1 Geração centralizada fotovoltaica: características gerais da implantação

A implantação de um parque fotovoltaico de grande porte, classificado como geração centralizada (GC), é um empreendimento de engenharia complexo que exige um planejamento multifacetado. Inicialmente, o processo se concentra na seleção do sítio onde são avaliadas a irradiação solar, a proximidade de linhas de transmissão e a disponibilidade fundiária.

Ao analisar a figura 1 revela que o Nordeste possui consistentemente altos níveis de irradiação solar diária, o que ratifica o significativo potencial da região para a implementação de sistemas fotovoltaicos em toda a sua extensão territorial. “A região Nordeste do Brasil é conhecida por seus longos períodos de sol. Por isso, ela ocupa uma posição de destaque no país quando o assunto são os sistemas de energia solar.” (HBSE, 2022).

Figura 1: Mapa de irradiação no plano inclinado na latitude - média anual



Fonte: Pereira et al. (2017)

Posteriormente, a viabilidade técnica e ambiental é atestada por estudos preliminares que incluem levantamentos topográficos e análises geológicas da área, cruciais para o layout e a fundação dos trackers e módulos. A configuração da usina é diretamente influenciada pela tecnologia escolhida, módulos fixos ou com rastreadores solares (trackers), o que define a área de ocupação, o espaçamento entre as fileiras e o impacto na vegetação.

O processo de licenciamento ambiental é uma etapa crítica e mandatória. Este processo avalia a potencial degradação, incluindo a supressão de vegetação nativa (como a caatinga, no caso do Nordeste), e o impacto no uso do solo. A escolha da área deve, necessariamente, considerar as normas ambientais vigentes e a necessidade de mitigação, como a recuperação de áreas degradadas e a gestão de resíduos, conforme a resolução CONAMA 237/97.

2.2 O licenciamento ambiental e seus instrumentos legais

O licenciamento ambiental é regulado pelos órgãos competentes dentro do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA). De acordo com a LGL Solar treinamentos:

Regulado pelos órgãos dentro do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a obrigação do licenciamento está especificada na Lei Federal Nº 6938 de 1981 que prevê: “a construção, a instalação e o 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”. O principal objetivo do processo de licenciamento é identificar os impactos do empreendimento ao meio ambiente e ao homem, e assim propor as medidas cabíveis para evitar, mitigar ou compensar tais impactos com segurança para ambos os envolvidos.

As etapas do LA são formalmente definidas pela Resolução CONAMA nº 237/97 (Brasil, 1997), que estabelece a necessidade de três licenças principais, cuja emissão depende da apresentação e aprovação de estudos ambientais específicos:

- Licença Prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento, atestando a viabilidade ambiental do local e do projeto, e definindo as condições básicas para as próximas fases.
- Licença de Instalação (LI): autoriza o início da implantação do empreendimento, condicionado ao cumprimento dos requisitos da LP e especificando as medidas de controle ambiental para a fase de construção.
- Licença de Operação (LO): autoriza o funcionamento da atividade, após a verificação do cumprimento das condicionantes das licenças anteriores e a eficácia das medidas de mitigação e controle ambiental (CONAMA, 1997).

2.3 Competência para o licenciamento e o papel dos Órgãos Estaduais

A definição da competência para conduzir o processo de Licenciamento Ambiental é determinada pela Lei Complementar nº 140/2011, essa norma distribui a responsabilidade entre entes federativos (União, Estados e Municípios) com base no potencial de impacto e na abrangência territorial no empreendimento. No contexto dos grandes parques fotovoltaicos de geração centralizada, localizados majoritariamente na Região Nordeste, a competência recai, em grande parte, sobre órgãos estaduais de meio ambiente (OEMAs), como o IDEMA no Rio Grande do Norte ou o INEMA na Bahia. Essa descentralização faz com que as normas específicas de cada estado (leis locais, resoluções e instruções normativas), desempenham um

papel decisivo no enquadramento das condicionantes e no rigor dos estudos exigidos para aprovação do projeto.

2.4 A diversidade dos estudos ambientais exigidos

A complexibilidade dos estudos ambientais exigidos é diretamente proporcional ao potencial de degradação do projeto. Para empreendimentos de grande porte ou de alto impacto, o principal instrumento de avaliação é o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Entretanto, em reconhecimento ao menor potencial poluidor da energia solar em sua operação, é comum que as usinas fotovoltaicas sejam enquadradas em processos simplificados que requerem documentos como o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) ou o relatório ambiental prévio (RAP). A escolha do instrumento é crucial, pois define o tempo e o custo do licenciamento.

2.5 Impactos no uso e ocupação do solo e no Bioma caatinga

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, é protagonista na transição energética do país, concentrando, de acordo com dados levantados pelo Mapbiomas, 62% das áreas de usinas fotovoltaicas do Brasil, que totalizaram 35,3 mil hectares em todo o país em 2024. (Valporto, 2025). “A Caatinga também registra avanço de projetos de energia eólica nos estados do Nordeste. O estudo do MapBiomas aponta que a ampliação das usinas fotovoltaicas na Caatinga reflete o potencial solar da região, com 21,8 mil hectares do bioma já ocupados por essas instalações”. (Valporto, 2025).

Apesar de ser uma fonte limpa em sua operação, o impacto da Usina Fotovoltaica (UFV) na fase de instalação é de natureza territorial, exigindo a supressão da vegetação nativa em vastas áreas. Essa remoção é determinante para a obtenção da Licença de Instalação (LI), pois altera significativamente o equilíbrio ecológico e paisagístico. A legislação federal exige a Autorização para Supressão de Vegetação (ASV), cuja concessão pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs) do Nordeste é condicionada à apresentação de um plano de mitigação e compensação ambiental. No entanto, a alta concentração de empreendimentos na Caatinga levanta questões sobre a eficácia cumulativa dessas compensações frente à fragmentação de habitat e à perda da biodiversidade característica do bioma.

A vulnerabilidade do solo da Caatinga intensifica a preocupação com o uso e ocupação. A remoção da cobertura vegetal primária expõe a camada superficial à erosão hídrica e eólica, processos acelerados pelas características do clima semiárido, como chuvas intensas e concentradas, e ventos fortes. Essa exposição, agravada pelo pisoteio do maquinário e compactação do solo durante a construção, dificulta a infiltração de água e a recuperação natural da área.

2.6 Impactos nos Recursos Hídricos e Socioeconômicos no Nordeste

O desenvolvimento de Parques Fotovoltaicos (UFV) de grande porte no Nordeste, impulsionado pela alta irradiação solar, introduz desafios ambientais e sociais peculiares à região, notadamente em relação à gestão da água e à alteração da estrutura fundiária, exigindo atenção minuciosa da legislação ambiental.

Em vastas áreas do Nordeste, a escassez hídrica é um fator limitante. Embora a energia solar não consuma água na geração, sua operação demanda volumes significativos para a limpeza periódica dos módulos. A crítica sobre a implantação de grandes projetos solares em regiões secas é clara: O documento "Salvaguardas Socioambientais para Energia Solar Fotovoltaica Centralizada" (2025), aponta o "uso intensivo de recursos hídricos em áreas com escassez" como uma das principais lacunas na regulação setorial, evidenciando que os processos de licenciamento nem sempre abordam adequadamente a competição pelo recurso" (NORDESTE POTÊNCIA, 2025).

O principal desafio legal/ambiental é a obtenção da Outorga de Direito de Uso da Água de forma que não comprometa a segurança hídrica local, conforme regulamentado pelas respectivas agências estaduais:

2.6.1 Medidas Mitigadoras e Compensatórias na Legislação Ambiental

As medidas mitigadoras e compensatórias são o núcleo do controle ambiental e encontram seu fundamento na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81, e são operacionalizadas no processo de Licenciamento Ambiental.

De acordo com econservation (2017, p. 625), as medidas mitigadoras são classificadas quanto ao seu caráter preventivo, corretivo ou compensatório, correlacionadas com os impactos ambientais identificados, como os aspectos e ações do empreendimento geradores do impacto considerado e com o meio afetado. Segundo a econservation (2017, p. 624):

- **Medida Mitigadora Preventiva:** Consiste em uma medida que tem como objetivo minimizar ou eliminar eventos adversos que se apresentam com potencial para causar prejuízos aos itens ambientais destacados nos meios físico, biótico e antrópico. Este tipo de medida procura anteceder a ocorrência do impacto negativo.
- **Medida Mitigadora Compensatória:** Consiste em uma medida que procura repor bens socioambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento.

“Cabe destacar, que apesar da indicação de responsabilidade pela implementação das medidas e de alguns programas ambientais, o IEMA terá papel fundamental na compatibilização e otimização das ações que estão sendo promovidas/recomendadas pelos diversos empreendimentos que estão sendo desenvolvidos na região.”, (Ecoservation, 2017, p. 265).

2.6.2 Medidas Mitigadoras Específicas para Parques Fotovoltaicos no Nordeste

As condições legais impostas pelos órgãos ambientais estaduais (BA, CE, PE, RN) buscam mitigar os impactos críticos identificados na região:

- **Monitoramento e Resgate:** Exigência de programas de resgate de fauna e flora antes da supressão da Caatinga, visando realocação de espécies (medida mitigadora);
- **Manejo da Vegetação:** Proibição de terraplanagem extensiva, exigindo que a instalação dos trackers e estruturas sejam feitas de forma minimizada a impermeabilização e a compactação do solo (medida mitigadora).

Recursos hídricos:

- **Controle de erosão:** Implementação de sistemas de drenagem e barreiras para evitar erosão e o assoreamento de corpos d'água durante e após a construção, um risco alto em solos do semiárido (medida mitigadora).

- **Uso Racional da Água:** Exigência de tecnologias que minimizem consumo de água para a limpeza dos painéis (como sistemas de limpeza seca ou com baixo volume), um requisito crucial em regiões escassez hídricas (medida mitigadora).

2.6.3 O Cenário Institucional do Licenciamento: Análise das Agências Reguladoras Estaduais (BA, CE, RN e PE).

Para a implantação de um parque fotovoltaico, o empreendedor deve atender às exigências de órgãos ambientais e, em grande parte, hídricos. A atuação e a concentração de competências dessas agências variam drasticamente no Nordeste, influenciando o fluxo e a complexidade do processo.

- **Bahia:** O Modelo Integrado (INEMA)

O estado da Bahia adota um modelo de gestão ambiental e hídrica integrado, centralizando as principais competências em uma única entidade.

Agência: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA).

Competências: “O Inema propõe integração e fortalecimento das políticas ambientais e de recursos hídricos, levando mais agilidade e qualidade aos processos. Para os usuários do Sistema Estadual do Meio Ambiente (Sisema), o Inema atende às demandas de meio ambiente e recursos hídricos de forma integrada, implicando em mais comodidade.” (BAHIA, 2025)

A centralização no INEMA agiliza a interface burocrática para o empreendedor, mas torna a aprovação de Outorga de água uma condicionante interna crucial para a LI, mantendo um alto rigor de análise dos recursos hídricos e na supressão de biomas de transição (Mata Atlântica e Cerrado).

- **Ceará:** Foco Ambiental e Gestão hídrica separada

O Ceará possui uma distinção clara entre o órgão ambiental e o gestor de recursos hídricos.

Agência Ambiental: Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)

“A Semace é uma autarquia vinculada à Secretaria do Meio Ambiente (Sema), que tem a responsabilidade de executar a Política Ambiental do Estado do Ceará, e integra, como órgão seccional, o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).” (CEARÁ, 2025)

Agência Hídrica: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), vinculada à secretaria dos recursos hídricos (SRH).

“A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH é uma Sociedade de Economia Mista de capital autorizado, criada pela Lei Estadual nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, com a missão de gerenciar os recursos hídricos constantes nos corpos d’água superficiais e subterrâneos, de domínio do Estado do Ceará e da União, por delegação, de forma integrada, participativa e descentralizada, promovendo o seu uso racional, social esustentado” (COGERH, 2008).

Implicações para liberação da outorga: A SEMACE exige comprovante de solicitação da Outorga como condicionante, mas a velocidade do processo depende da COGERH, uma agência com alta demanda em um estado historicamente seco.

- **Rio Grande do Norte:** Estrutura Dissociada (IDEMA e IGARN)

“O Rio Grande do Norte, como o Ceará, também opera com a separação de competências, exigindo um fluxo processual paralelo.

Agência Ambiental: Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)

“O Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA é uma autarquia fruto da união de atribuições entre a Fundação Instituto de Desenvolvimento do RN (IDEC), criada pela Lei n.º 4.286, de 6 de dezembro de 1973, (alterada pela Lei n.º 4.414, de 04 de novembro de 1974), e a Coordenadoria de Meio Ambiente (CMA), criada por meio do Decreto n.º 8.718, de 16 de setembro de 1983.” (RIO GRANDE DO NORTE, 2019).

Agência Hídrica: Instituto de Gestão das águas do RN (IGARN)

Responsável pela outorga de água e pelo monitoramento da disponibilidade hídrica.

“Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte é o órgão estadual responsável pela gestão técnica e operacional dos recursos hídricos em todo o território norte-rio-grandense. Criado pela Lei nº 8.086, de 15 de abril de 2002, e desde janeiro de 2013 a Lei Complementar 483 revogou essa lei, é uma autarquia vinculada à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh), dotada de personalidade jurídica de direito público interno e autonomia administrativa e financeira, com patrimônio próprio.” (RIO GRANDE DO NORTE, s.d.).

Implicação para liberação da outorga é similar ao Ceará, a implantação está sujeita ao ritmo de dois órgãos. A análise do IDEMA sobre o impacto no uso do solo e na Caatinga é dissociada da rigorosa análise do IGARN sobre a disponibilidade de água para usos não prioritários (como a limpeza dos painéis).

- **Pernambuco:** Duas Agências Chave (CPRH e APAC)

Agência Ambiental: Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH)

O estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, s.d.) cita que: A CPRH tem como objetivo exercer a função de órgão ambiental do Estado de Pernambuco, responsável pela execução da Política Estadual de Meio Ambiente, atuando no controle da poluição urbano-industrial e rural, na proteção do uso do solo e dos recursos hídricos e florestais, mediante:

- Licenciamento, autorização e alvará;
- Fiscalização;
- Monitoramento; e
- Gestão dos recursos ambientais.

Agência Hídrica: Agência Pernambucana de águas e clima (APAC)

“A Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) foi criada através da Lei Estadual nº14.028 de 26 de março de 2010 com o objetivo de fortalecer o planejamento e a regulação dos usos múltiplos dos Recursos Hídricos do Estado e o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH).” (PERNAMBUCO, 2017). “A Apac tem como missão executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, planejar e disciplinar o uso da água no âmbito do Estado de Pernambuco, gerenciar o monitoramento hidrometeorológico

dos rios e reservatórios, realizar previsões de tempo e temperatura no Estado, conforme previsto na lei de criação da Agência.” (PERNAMBUCO, 2017).

Como nos outros estados citados acima, o Estado de Pernambuco também tem suas implicações nas suas liberações de documentos, pois, o processo exige atenção redobrada aos prazos de ambas as agências. A APRH condiciona a emissão da Licença de Instalação à comprovação do atendimento das exigências da APAC, forçando o empreendedor a gerenciar dos fluxos regulatórios simultaneamente.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza qualitativa, com fins descritivos e exploratórios. O objetivo é analisar a convergência entre a expansão da energia solar no Nordeste e o rigor da legislação ambiental brasileira.

3.1 Procedimentos de coleta: Pesquisa documental e bibliográfica

A base de dados foi composta estritamente por fontes oficiais e literatura técnica, dividindo-se em:

- **Pesquisa documental:** Foram analisados textos de lei, resoluções do CONAMA, decretos federais e estaduais, além de relatórios técnicos pareceres de licenciamento disponíveis nos portais do Governo Federal (GOV.BR) e órgãos reguladores.
- **Pesquisa Bibliográfica:** Utilizou-se de livros e artigos que discutem o Direito Ambiental o setor de energias renováveis, servindo de suporte teórico para a análise crítica dos dados.

3.1.1 Área de abrangência da pesquisa

O estudo delimita-se geograficamente à região Nordeste do Brasil, em virtude do seu protagonismo em elevado índice de irradiação solar.

3.1.2 Métodos de Análise dos Dados

Os dados foram tratados por meio da análise documental. Segundo este método, os textos legais e os relatórios de implantação foram confrontados para identificar:

- As principais exigências ambientais para o setor no Nordeste;
- Gargalos jurídicos que dificultam ou facilitam a instalação das usinas;
- O impacto das normas de proteção de biomas (como caatinga) na viabilidade dos projetos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos a partir da análise documental dos processos de Licenciamento Ambiental (Licenças Prévia, de Instalação e Pareceres Técnicos) emitidos pelos órgãos estaduais (INEMA, SEMACE, CPRH e IDEMA) para Parques Fotovoltaicos (UFVs) de grande porte.

4.1 Assimetria Processual e o Fator de Risco da Interface Burocrática

A análise documental revela uma assimetria processual significativa entre os estados do Nordeste. Observou-se que o modelo institucional adotado determina a celeridade do fluxo administrativo. No caso da Bahia (INEMA), a centralização de competências (Licenciamento e Outorga em um único órgão) atua como um facilitador burocrático. Esse modelo reduz o tempo de latência entre as etapas de viabilidade ambiental (LP) e execução da obra (LI), otimizando o cumprimento dos prazos estabelecidos na legislação estadual e federal. A tabela abaixo sintetiza a assimetria do processo:

Tabela 1: Agências de gestões ambientais e hídricas nos estados do Nordeste.

Estado	Agência Ambiental (Licença)	Agência Hídrica (Outorga)	Modelo de Gestão	Implicação Processual
Bahia (BA)	INEMA	INEMA	Integrado/Centraliza do	Maior agilidade na interface; Outorga é filtro interno da LI.

Ceará (CE)	SEMACE	COGERH	Dissociado/Separado	Risco de Gargalo Burocrático pela dependência de agência externa.
R. G. do Norte (RN)	IDEMA	IGARN	Dissociado/Separado	Exigência de gerenciar duas linhas de tempo; LI depende de aprovação externa.
Pernambuco (PE)	CPRH	APAC	Dissociado/Separado	Processo sujeito a duplos prazos, com a CPRH condicionando a LI à APAC.

Fonte: Autoria Própria

4.2 Eficácia e Rigor das Condicionantes para Proteção da Caatinga e Uso Hídrico

A análise técnica das condicionantes ambientais — obrigações estabelecidas pelos órgãos ambientais nas licenças — revela uma convergência estratégica de rigor nos estados nordestinos. Esse rigor não é meramente burocrático, mas ditado pelas vulnerabilidades intrínsecas ao ecossistema do semiárido.

Tabela 2: Comparativo de Condicionantes Ambientais-Chave para o Licenciamento em Estados do Nordeste.

Condicionante-Chave	Bahia (INEMA)	Ceará (SEMACE)	R. G. Norte (IDEMA)	Pernambuco (CPRH)
Resgate de Fauna/Flora	Alto Rigor (comum a Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica)	Alto Rigor (Foco principal na caatinga)	Alto Rigor (Foco principal na Caatinga/Seridó)	Alto Rigor (comum, fogo em áreas de transição)
Controle de Erosão	Obrigatório (PCA detalhado)	Obrigatório (PCA detalhado)	Obrigatório (PCA detalhado)	Obrigatório (PCA detalhado)

Exigência de Outorga	Crucial (Filtro interno)	Crucial (filtro externo COGERH)	Crucial (Filtro externo IGARN)	Crucial (Filtro Externo APAC)
Mitigação Hídrica	Exigência explícita de tecnologia de baixo volume ou reuso	Forte exigência de tecnologias a seco (devido ao histórico de seca)	Exigência de soluções alternativas à capacitação local	Exigência de soluções de baixo impacto em baixas sensíveis.

Fonte: Autoria Própria

Os resultados obtidos por meio da análise documental dos Termos de Referência para a Licença de Instalação (LI) evidenciam uma consonância normativa no que tange ao rigor protetivo do Bioma Caatinga. Esta análise comparativa entre as unidades federativas demonstra que a proteção da biodiversidade é tratada como um requisito técnico indissociável: todos os estados investigados impõem, de forma cogente, a execução de Programas de Resgate de Fauna e Flora, além de sistemas de engenharia para o controle de processos erosivos, tais como bacias de sedimentação e drenagem superficial.

Todavia, é na governança dos recursos hídricos que o rigor regulatório se manifesta de forma mais incisiva. A análise da integração entre os órgãos ambientais e gestores de águas exemplificada pela interface SEMACE/COGERH (CE) e IDEMA/IGARN (RN), estabelece uma condicionante tecnológica determinante: a concessão da outorga de direito de uso vincula-se à adoção de tecnologias de mitigação hídrica. Tal exigência, voltada para a limpeza dos módulos fotovoltaicos com baixo consumo ou reuso, materializa o princípio da prioridade do abastecimento humano, assegurando a compatibilidade entre a expansão energética e a segurança hídrica do semiárido.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho conseguiu analisar como as leis ambientais são aplicadas na prática para a construção de parques solares no Nordeste. Abaixo, apresento as conclusões que respondem aos objetivos definidos no início do estudo:

5.1 O que a lei diz e como ela é aplicada

A pesquisa identificou que, embora existam leis federais, cada estado do Nordeste tem suas próprias regras e formas de licenciar as usinas. Concluiu-se que não há um padrão único: enquanto a Bahia possui um modelo mais organizado e unido, outros estados funcionam de forma separada. Isso exige que as empresas estudem as regras específicas de cada estado antes de começar um projeto, pois a estrutura de cada governo muda a forma como a lei é seguida.

5.2 Desafios e dificuldades no processo

Sobre os problemas encontrados, o estudo mostrou que a maior dificuldade não é a lei ser rígida, mas sim a demora e a confusão entre os órgãos. O principal "gargalo" (trancamento) acontece porque, em muitos estados, o órgão que cuida do meio ambiente não conversa bem com o órgão que cuida da água. Isso gera atrasos nas autorizações e incerteza para quem quer investir em energia solar no Nordeste. O modelo da Bahia se mostrou mais eficiente por resolver tudo em um só lugar.

5.3 Impactos e o que é feito para resolvê-los

Em relação aos impactos na natureza, a pesquisa provou que as exigências da lei funcionam bem para proteger os animais, as plantas e a água. Todos os estados exigem cuidados rigorosos com a Caatinga e com o uso da água para limpar os painéis, o que é essencial para o semiárido. Por outro lado, a lei ainda falha em proteger as comunidades locais. Os problemas sociais e de terras ainda são resolvidos de forma lenta, mostrando que a lei foca muito na natureza e pouco nas pessoas que vivem perto das usinas.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a expansão da energia fotovoltaica no Nordeste é um caminho sem volta para o desenvolvimento sustentável do Brasil, mas que o sucesso desta transição depende diretamente da eficiência das leis ambientais. Ao analisar o cenário atual, conclui-se que o país possui normas robustas para proteger a natureza, mas ainda enfrenta dificuldades administrativas que geram atrasos e incertezas.

Ficou evidente que a maior riqueza do Nordeste (o sol) convive com a sua maior fragilidade, a escassez hídrica e a sensibilidade da Caatinga. Nesse sentido, o trabalho comprovou que os órgãos ambientais estão atentos a essa realidade, aplicando exigências rigorosas para garantir que as usinas solares não prejudiquem o ecossistema local. O rigor no

controle da água e no resgate da fauna mostra que é possível conciliar grandes obras de infraestrutura com a preservação ambiental.

Por outro lado, o estudo aponta que o "gargalo" da burocracia e a falta de atenção aos impactos sociais são os pontos que precisam de melhoria urgente. A diferença de agilidade entre os estados mostra que o Brasil precisa de uma padronização maior nas regras de licenciamento. Não se trata de facilitar a degradação, mas de simplificar o caminho para quem quer gerar energia limpa dentro da lei.

Em última análise, este trabalho reforça que a legislação ambiental não deve ser vista como um obstáculo, mas como a garantia de que a energia do futuro será verdadeiramente sustentável. Espera-se que este estudo sirva de base para gestores públicos e investidores, incentivando um modelo de gestão mais unido, rápido e, acima de tudo, humano e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). Leis. [S.l.]: [s.n.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/legislacao/46-legislacao-categoria/135-leis>. Acesso em: 11 dez. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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. Publicada no DOU, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 11 dez. 2025.

CASARIN, Ricardo. Quais estados brasileiros produzem mais energia eólica e solar. Portal Solar, 2 maio 2024. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quais-estados-brasileiros-produzem-mais-energia-eolica-e-solar>. Acesso em: 9 set. 2025.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Institucional. [S.l.: s.n.], [S.d.]. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/institucional/>. Acesso em: 11 dez. 2025.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH). Notas Explicativas às Demonstrações Contábeis de 31 de Dezembro de 2008. Fortaleza, CE: COGERH, 2008. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Notas-Explicativas.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

HBSE. Vantagens da energia solar no Nordeste. 23 mar. 2022. Disponível em: <https://hbse.com.br/vantagens-da-energia-solar-no-nordeste/>. Acesso em: 11 dez. 2025

IGARN – INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Instituição [online]. Natal, RN, [s. a.]. Disponível em: <http://www.igarn.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=23272&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Institui%E7%E3o>. Acesso em: 02 dez. 2025.

IMETAME. 9. Medidas Mitigadora, Compensatórias e Potencializadoras. In: RCA-Adequação do Licenciamento do Terminal Portuário. Elaborado por Econservation Estudos e Projetos Ambientais. [S.l.: s.n.], jun. 2017. p. 624-640. Disponível em: https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/RIMAS/RIMAS_2017/Estudos%20Ambientais/2018.03.06%20-%202009.%20Medidas%20Mitigadoras.pdf. Acesso em: 03 dez. 2025.

INEMA – INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Institucional: Inema – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. [S.d.]. Disponível

em:

<http://www.seia.ba.gov.br/institucional/inema-instituto-do-meio-ambiente-e-recursos-h-dricos>. Acesso em: 06 dez. 2025.

LICENCIAMENTO ambiental de usinas solares. LGL Solar, [2025]. Disponível em: <https://lgl solar.com.br/licenciamento-ambiental-de-usinas-solares/>. Acesso em: 11 dez. 2025.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Brasil expande geração de energia elétrica em 4.284 megawatts.** Agência Brasil, 17 maio 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-expande-geracao-de-energia-eletrica-e-m-4-284-megawatts>. Acesso em: 9 set. 2025.

PEREIRA, E. B. Et al.. **Atlas brasileiro de energia solar. 2. ed.** São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: https://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html#mod. Acesso em: 11 dez. 2025.

PERNAMBUCO. **Agência Estadual de Meio Ambiente. Estrutura Estadual de Meio Ambiente:** CPRH. [S.l.: s.n.], [S.d.]. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/sobre_a_cprh/estrutura_estadual_meio_ambiente/cprh/39716%3B37944%3B211114%3B0%3B0.asp. Acesso em: 08 dez. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. **Secretaria de Estado da Saúde Pública.** Instituição. [2019]. Disponível em: <http://www.saude.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=481&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Instituti%E7%E3o>. Acesso em: 06 dez. 2025.

VALPORTO, O. **Caatinga lidera em energia solar mas sofre com efeito colateral do desmatamento.** #Colabora, [2025]. Disponível em: <https://projetocolabora.com.br/ods7/caatinga-lidera-em-energia-solar-mas-sofre-efeito-colateral-do-desmatamento/>. Acesso em: 01 dez. 2025.