

Recieri Scarduelli Neto

**O CONCEITO JURÍDICO DE MEIO AMBIENTE E SUA
EFETIVA INSERÇÃO EM ESTUDOS DE IMPACTO
AMBIENTAL DO SETOR FOTOVOLTAICO**

Dissertação de Mestrado submetida ao
Programa de Pós Graduação em
Energia e Sustentabilidade da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Título de
Mestre em Energia e Sustentabilidade.
Orientador: Prof. Dr. Reginaldo
Geremias

**ARARANGUÁ
2018**

Ficha de identificação da obra

Scarduelli Neto, Recieri.

O conceito jurídico de meio ambiente e sua efetiva inserção em estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico / Recieri Scarduelli Neto; Orientador, Reginaldo Geremias, 2018.

116 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós Graduação em Energia e Sustentabilidade, Araranguá, 2018.

Inclui referências.

1. Energia e Sustentabilidade. 2 Conceito Jurídico de Meio Ambiente. 3. Setor Fotovoltaico. 4. Impactos ambientais. 5. Licenciamento ambiental. I. Geremias, Reginaldo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade. III. Título.

Recieri Scarduelli Neto

**O CONCEITO JURÍDICO DE MEIO AMBIENTE E SUA
EFETIVA INSERÇÃO EM ESTUDOS DE IMPACTO
AMBIENTAL DO SETOR FOTOVOLTAICO**

Esta Dissertação de Mestrado foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Energia e Sustentabilidade” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade

Araranguá, 24 de outubro de 2018.

Prof.^a Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dr.^a.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a María Ángeles Lobo Recio, Dr.^a.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o Giuliano Arns Rampinelli, Dr.^a.
Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Yduan de Oliveira May, Dr.
Universidade do Extremo Sul Catarinense

Este trabalho é dedicado aos
responsáveis pela construção da
nossa nação: o povo brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela educação, pelo apoio e por todo amor dedicado durante toda vida.

A todos aqueles, que assim como eu, não compactuam com as injustiças diárias de nosso país e que, mesmo por algumas vezes desacreditados, não desistem do objetivo de construir um país justo.

Aos amigos, por estarem presentes nos momentos de dificuldade e também por compartilharem os momentos de alegria.

Ao Prof. Dr. Reginaldo Geremias, por ser fonte intelectual de inspiração e pelo seu empenho e disposição incondicional ao longo deste trabalho.

Aos professores Dr. Luciano Lopes Pfitscher e Dra. Kátia Cilene Rodrigues Madruga, pelo destaque na condução dos estudos nas disciplinas por eles ministradas.

Aos colegas de mestrado, que compartilharam o conhecimento em diversas oportunidades ao longo desta jornada.

A todos os funcionários e demais professores da UFSC, que de algum modo contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A todos os cidadãos que lutam e defendem essa instituição de altíssimo nível, pública e gratuita.

A todos que, embora não citados, mas de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho, o meu muito obrigado.

“No que diz respeito ao desempenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.” (Ayrton Senna da Silva)

RESUMO

O conceito de meio ambiente possui diversas definições, sendo que a doutrina jurídica tem ampla abrangência para o termo, ao considerá-lo em quatro dimensões: natural (solo, água, ar, flora e fauna), artificial (edificações urbanas, rurais e equipamentos comunitários), cultural (patrimônio histórico, artístico, paisagístico, ecológico, científico e turístico) e do trabalho (atividade laborativa, ferramentas, máquinas, operações, agentes químicos, biológicos e físicos, processos, e o local de trabalho). O setor fotovoltaico vem crescendo de forma expressiva no Brasil e, embora seja considerado de fonte limpa e renovável, a literatura científica tem descrito que o mesmo é capaz de provocar impactos ambientais negativos nas diferentes etapas de sua cadeia produtiva. Neste contexto, o ordenamento jurídico brasileiro vem criando instrumentos de proteção ao meio ambiente impactado por esta e outras atividades, especialmente para fins de licenciamento. Dentre eles estão as categorias de Estudos de Impactos Ambientais (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Estudo Ambiental Simplificado (EAS). Entretanto, tem-se constatado que as pesquisas científicas, a legislação e as diferentes categorias de estudos prévios, comumente, não contemplam todas as dimensões de meio ambiente previstas em seu conceito jurídico, dando maior restringindo-o ao meio físico, biológico e socioeconômico. Como consequência, sugere-se que há o comprometimento da devida proteção do meio ambiente a ser impactado por empreendimentos fotovoltaicos. A partir destes pressupostos, o presente trabalho se propôs a avaliar se as dimensões de meio ambiente previstas em seu conceito jurídico estão integralmente contempladas na literatura científica que versa sobre os impactos ambientais do setor fotovoltaico, na legislação federal que trata das exigências de estudos de licenciamento ambiental do setor, bem como em EIA, RIMA, RCA e EAS de 10 (dez) empreendimentos. Os resultados obtidos permitem revelar que a dimensão natural está integralmente contemplada na literatura, legislação e estudos de impacto ambiental, enquanto as demais estão parcialmente inseridas, em maior ou menor grau. Com base nos resultados da pesquisa, foi proposto um conteúdo ambiental contemplando as quatro dimensões de meio ambiente, o qual poderia ser futuramente incorporado a um Termo de Referência voltado para elaboração de estudos ambientais de centrais

fotovoltaicas. A expectativa é de que as reflexões presentes neste trabalho e o conteúdo ambiental proposto possam contribuir para o aperfeiçoamento das pesquisas científicas e do ordenamento jurídico voltado aos aspectos ambientais do setor energético em estudo.

Palavras-chave: Conceito Jurídico de Meio Ambiente. Setor Fotovoltaico. Impactos ambientais. Licenciamento ambiental. Termo de Referência.

ABSTRACT

The concept of environment has several definitions, wherein legal doctrine has broad scope for the term, when considering it in four dimensions: natural (soil, water, air, flora and fauna), artificial (urban and rural buildings and community equipment), cultural (historical, artistic, landscape, ecological, scientific and tourist heritage) and labor (labor activity, tools, machines, operations, chemical, biological and physical agent, processes, and the workplace). The photovoltaic sector has been increasing significantly in Brazil and, although it is considered a clean and renewable source, studies point out that it can cause negative environmental impacts in the different stages of its production chain. In this context, the Brazilian legal system has been creating environmental protection's instruments for this and another activities, especially for licensing purposes. Among them are the categories of Environmental Impact Studies (EIS), Environmental Impact Report (EIR), Environmental Control Report (ECR) and Simplified Environmental Studies (SES). However, it has been found that scientific research, legislation and different categories of preliminary studies commonly do not contemplate all environmental dimensions fixed in its legal concept, restricting it to the physical, biological and socioeconomic aspects. As a consequence, it is suggested that there are damages to the protection of the environment to be impacted by photovoltaic projects. Based on these assumptions, the present work aims to evaluate if the environmental dimensions fixed in its legal concept are fully contemplated in the scientific studies that traverse about photovoltaic environmental impacts, in the federal legislation that deals about photovoltaic environmental licensing studies, as well as in EIS, EIR, ECR and SES of 10 (ten) projects. The results reached point out that the natural dimension is fully contemplated in the scientific studies, legislation and environmental impact studies, while the others are partially inserted, to a greater or lesser degree. Based on the research's results, an environmental content was proposed contemplating the four dimensions of environment, which could be incorporated in a Reference Term for the preparation of environmental studies of photovoltaic plants. It is expected that the research's reflections and the proposed environmental content may contribute to the improvement of the scientific research and

legal order focused on the environmental aspects of the energy sector under study.

Keywords: Environment Legal Concept. Photovoltaic sector. Environmental impacts. Environmental licensing. Reference Term.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Irradiação global horizontal total diária no Brasil – média anualizada.....	48
Figura 2 – Silício Metalúrgico 99,5%	50
Figura 3 – Lingotes e <i>wafers</i>	51
Figura 4 – Etapas para produção do módulo fotovoltaico.....	52
Figura 5 – Etapa de implantação, operação e manutenção de uma usina fotovoltaica	53
Figura 6 – Etapa de desativação de uma usina fotovoltaica	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Empreendimentos fotovoltaicos e categorias de estudos selecionados.....	33
Quadro 2 – Dimensões do conceito jurídico de meio ambiente	45
Quadro 3 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente natural.....	55
Quadro 4 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente artificial	58
Quadro 5 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente cultural	58
Quadro 6 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente do trabalho.....	59
Quadro 7 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Banabuiú (CE)	67
Quadro 8 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Massapê (CE).....	70
Quadro 9 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Tauá (CE).....	72
Quadro 10 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Apodi I, II, III, IV, V, VI e VII em Quixeré (CE).....	75
Quadro 11 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Paracatu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 em Paracatu (MG).....	77
Quadro 12 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Vazante 1, 2 e 3 em Vazante (MG)	78
Quadro 13 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Pirapora 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 em Pirapora (MG).....	79
Quadro 14 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Guimarães 1 e 2 em Guimarães (MG)	79
Quadro 15 – Impactos ambientais negativos presentes no EAS da Usina Fotovoltaica de Dracena 1, 2, 3 e 4 em Dracena (SP).....	80

Quadro 16 – Impactos ambientais negativos presentes no EAS da Usina Fotovoltaica de Guaimbê 1, 2, 3, 4 e 5 em Guaimbê (SP)	81
Quadro 17 – Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na literatura do setor fotovoltaico	83
Quadro 18 – Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na legislação do setor fotovoltaico	85
Quadro 19 – Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente em estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
BIG	Banco de Informações de Geração
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CCEAR	Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CF	Constituição Federal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DSSC	Células solares sensibilizadas por corantes
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EVA	Acetato de vinil etileno
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LI	Licença de instalação
LP	Licença Prévia
PCA	Plano de Controle Ambiental
PDE 2026	Plano Decenal de Expansão de Energia 2026
PIB	Produto Interno Bruto
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PPGES	Programa de Pós-graduação em Energia e Sustentabilidade
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

MW	Megawatt
GW	Gigawatt
kWh	Quilowatt-hora
m ²	Metro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	OBJETIVOS	29
2.1	Objetivo geral.....	29
2.2	Objetivos específicos.....	29
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	Estudo sobre o conceito jurídico de meio ambiente.....	31
3.2	Estudo do setor fotovoltaico e seus impactos ambientais	31
3.3	Pesquisa das exigências legais para estudos prévios de impactos ambientais	32
3.4	Estudos do conteúdo ambiental em EIA, RIMA, RCA e EAS de empreendimentos fotovoltaicos.....	33
3.5	Avaliação da inserção do conceito jurídico de meio ambiente	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Conceito jurídico e Meio Ambiente.....	37
4.2	Setor fotovoltaico no Brasil e etapas de sua cadeia produtiva	46
4.3	Principais impactos ambientais negativos de empreendimentos fotovoltaicos	54
4.4	Exigências legais para estudos prévios de impactos ambientais	60
4.5	Conteúdo ambiental em EIA, RIMA, RCA e EAS de empreendimentos fotovoltaicos	67
4.6	Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente	81
4.7	Proposição de conteúdo ambiental para Termo de Referência.....	89
5	CONCLUSÃO.....	105
	REFERÊNCIAS	109

1 INTRODUÇÃO

O conceito de meio ambiente é apresentado de diversas maneiras na literatura especializada. No ambiente jurídico, a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente foi a primeira a defini-lo em nível federal, seguida por outras diversas delimitações. A doutrina jurídica é a que estabelece de forma mais abrangente, contemplando quatro dimensões: o meio ambiente natural, constituído pelos recursos naturais como solo, ar, água, fauna e flora; o meio ambiente artificial, que abrange aquilo que é construído pelo homem como edifícios e equipamentos comunitários; o meio ambiente cultural que engloba o patrimônio histórico, artístico, paisagístico, ecológico, científico e turístico; e por último o meio ambiente do trabalho com os aspectos relacionados à atividade laborativa, incluindo-se as ferramentas, máquinas, operações, processos, o local de trabalho e sua relação com o trabalhador (BRASIL, 1981; SIRVINSKAS, 2015).

O setor energético fotovoltaico está em grande expansão no Brasil. Em 2016, o país teve 81,7% de energia elétrica ofertada a partir de fontes renováveis. A energia hidráulica foi a que mais contribuiu (68,1%), seguida pela geração a partir de biomassa (8,2%) e eólica (5,4%) (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017). A energia solar fotovoltaica contribuiu com quantidade insignificante, uma vez que representava apenas 0,02% de toda capacidade instalada do país. Apesar destes dados, em 2014 houve um importante marco para este segmento, quando ocorreu o primeiro Leilão de Energia de Reserva específico para o setor fotovoltaico, onde foram contratados 31 empreendimentos, que somaram potência total de 890MW, quase metade no Estado da Bahia (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG), em fevereiro de 2018 existiam 85 empreendimentos fotovoltaicos em operação e outros 65 em construção ou ainda não iniciados. Essas centrais geradoras em operação somavam 1.021MW de potência instalada enquanto as demais 1.659MW. Tais quantidades correspondiam, respectivamente, 0,65% e 1,05% da capacidade total instalada no Brasil naquele mês, percentuais considerados expressivos quando comparados com anos anteriores (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018). Isso demonstra que a participação da energia solar fotovoltaica no Brasil, embora pequena, ela é crescente na matriz elétrica nacional. O Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2026) prevê a continuidade do crescimento do número de usinas

solares fotovoltaicas. O documento indica que até 2026, 5% da capacidade total instalada no país será proveniente desta fonte energética (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017a).

Muito embora o setor fotovoltaico utilize uma fonte de energia renovável, limpa e infinita, trabalhos da literatura têm descrito que esta atividade é capaz de provocar diversos impactos ambientais ao longo de toda cadeia produtiva, desde a manufatura industrial e instalação dos equipamentos, até a operação e desmobilização das usinas. Neste contexto, o ordenamento jurídico ambiental brasileiro vem criando normativas e instrumentos de regulação de atividades potencialmente ou efetivamente impactantes ao meio ambiente, dentre as quais se insere os empreendimentos fotovoltaicos (BRASIL, 1981; BRASIL, 1986; BRASIL, 1988; BRASIL, 1997; BRASIL, 1998; MACHADO; MIRANDA, 2015).

No ordenamento está assentada a exigência de estudos prévios de impactos ao meio ambiente para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação. Dentre as categorias dos mesmos, se destacam o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório de Controle Ambiental (RCA), Estudo Ambiental Simplificado (EAS) e Relatório Ambiental Simplificado (RAS). Esses estudos compreendem a investigação de aspectos ambientais relacionados à localização, à instalação e a operação do empreendimento, contendo diagnóstico do meio físico (subsolo, água, ar, clima), biológico (fauna e flora) e socioeconômico (uso e ocupação do solo, usos da água, aspectos históricos, arqueológicos, culturais e as relações de dependência da comunidade), os quais são realizados por equipe multidisciplinar desvinculada do empreendedor (BRASIL 1986; BRASIL 1997).

Entretanto, tem-se constatado que as pesquisas científicas descritas na literatura sobre os impactos negativos ao meio ambiente provocados pelo setor energético em estudo, bem como o ordenamento jurídico ambiental que o regula e as diferentes categorias de estudos prévios anteriormente mencionados, não contemplam todas as dimensões de meio ambiente previstas em seu conceito jurídico. Tem-se proposto que os mesmos dão maior ênfase ao ambiente natural, enquanto são rasos em relação ao artificial, cultural e do trabalho. Como consequência, sugere-se que, quando estes últimos são estudados superficialmente ou mesmo negligenciados, é possível que os resultados dos estudos de impacto ambiental sejam omissos e as informações levadas às audiências públicas sejam incompletas. Esses fatores tendem

a causar tomada de decisões equivocadas, além de poder prejudicar as medidas mitigadoras, uma vez que possíveis impactos ambientais deixarão de serem previstos no processo de implementação dos empreendimentos, com conseqüente comprometimento da proteção ambiental.

Portanto, é de suma importância que se avalie a efetiva adoção das diferentes dimensões do conceito jurídico nos estudos propostos, o que poderia contribuir para elucidar os seguintes questionamentos: o conceito jurídico de meio ambiente está efetivamente contemplado nas pesquisas científicas, nas normativas ambientais e nos estudos prévios de impactos ao meio ambiente voltados ao setor fotovoltaico? Quais as principais implicações ambientais decorrentes da inserção ou não das diferentes dimensões? Que proposições poderiam ser feitas para o aperfeiçoamento das pesquisas, da legislação e de seus instrumentos de proteção ambiental?

A partir desses pressupostos, a presente pesquisa se propôs a avaliar se as dimensões do meio ambiente no âmbito jurídico estão efetivamente inseridas em trabalhos descritos na literatura que versam sobre os impactos ambientais de empreendimentos fotovoltaicos, na legislação federal voltada à exigência de estudos prévios de impacto ao meio ambiente para fins de licenciamento, bem como em conteúdos ambientais presentes em EIA, RIMA, RCA e EAS de usinas instaladas no País. Também se propôs a discutir as implicações decorrentes desta avaliação e, por fim, a proposição do aperfeiçoamento dos estudos e da legislação.

A linha de pesquisa “Gestão e Sustentabilidade”, que está inserida na área de concentração em “Planejamento e Sustentabilidade do Setor Energético” do Programa de Pós-graduação em Energia e Sustentabilidade (PPGES) da UFSC, contempla, dentre outros aspectos, estudos relativos à legislação dos recursos energéticos e a integração das políticas com o conceito de sustentabilidade econômico e socioambiental. Sendo assim, o tema desta pesquisa é aderente ao PPGES por tratar da legislação relacionada aos instrumentos de proteção ambiental e sua aplicação à geração de energia elétrica através da tecnologia fotovoltaica que utiliza o recurso energético mais abundante na Terra, a energia solar.

A expectativa é de que a presente pesquisa contribua de forma significativa para o estado da arte da temática estudada, além de servir como subsídio para o fomento à pesquisa científica que trata sobre os impactos negativos ao meio ambiente provocados por empreendimentos fotovoltaicos e para o aprimoramento do ordenamento jurídico

ambiental que regula este setor econômico de forma que sejam contempladas as quatro dimensões do conceito jurídico de meio ambiente, com conseqüente promoção da melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações.

2 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e específicos previstos para a presente pesquisa são descritos a seguir.

2.1 Objetivo geral

A presente pesquisa teve como objetivo geral avaliar se o conceito jurídico de meio ambiente em suas diferentes dimensões está integralmente contemplado em trabalhos da literatura que versam sobre impactos ambientais do setor energético fotovoltaico, nos instrumentos legais na esfera federal que tratam das exigências de estudos de licenciamento ambiental, bem como em diferentes categorias de estudos prévios de impactos ao meio ambiente de empreendimentos fotovoltaicos. Esses estudos visaram a contribuir para o aperfeiçoamento científico e jurídico da proteção do meio ambiente impactado por esta atividade econômica.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa compreendem:

- . Obter melhor conhecimento do estado da arte relacionado ao conceito jurídico de meio ambiente em suas diferentes dimensões, ao setor fotovoltaico e seus principais impactos ambientais negativos, bem como as exigências e instrumentos legais de licenciamento de obras ou atividades potencialmente causadoras de degradação do meio ambiente;
- . Correlacionar as dimensões de meio ambiente com os trabalhos da literatura voltados aos impactos ambientais do setor fotovoltaico, com a legislação federal que versa sobre exigências de estudos prévios de impacto ao meio ambiente para o processo de licenciamento, e igualmente em estudos de impactos ao meio ambiente das categorias EIA, RIMA, RCA e EAS de empreendimentos fotovoltaicos;
- . Avaliar e discutir a efetiva inserção das dimensões do conceito jurídico de meio ambiente nos estudos da literatura, nos instrumentos legais e em estudos de impacto ao meio ambiente de empreendimentos fotovoltaicos e suas implicações ambientais;

. Discutir e propor o aperfeiçoamento das pesquisas científicas e dos instrumentos legais de proteção ambiental voltados aos empreendimentos fotovoltaicos;

. Socializar os resultados da pesquisa através da participação em eventos científicos e publicação de artigo em revista especializada.

3 METODOLOGIA

A descrição das diferentes etapas realizadas para a execução da presente pesquisa está apresentada a seguir.

3.1 Estudo sobre o conceito jurídico de meio ambiente

O estudo sobre o conceito jurídico de meio ambiente em suas diferentes dimensões foi efetuado por meio de pesquisa bibliográfica em dispositivos legais nas esferas estadual e federal, bem como na doutrina jurídica descrita em livros e artigos científicos publicados em periódicos especializados. Destaca-se que, embora meio ambiente possa ser definido por outras áreas do conhecimento científico, optou-se neste trabalho pela perspectiva jurídica, com enfoque no Direito Ambiental.

Esses estudos foram importantes para o entendimento das diferentes dimensões de meio ambiente presentes em seu conceito jurídico, os quais serviram para nortear a discussão de sua efetiva inserção em trabalhos da literatura, nas exigências legais para estudos prévios de impactos ambientais para fins de licenciamento, bem como nos estudos de impactos ao meio ambiente (EIA, RIMA, RCA e EAS) do setor fotovoltaico.

3.2 Estudo do setor fotovoltaico e seus impactos ambientais

A presente etapa foi realizada através de pesquisa bibliográfica sobre dados estatísticos nacionais desta atividade econômica, breve histórico e sua participação na matriz energética, situação atual do setor fotovoltaico, potencial e políticas públicas para este tipo de energia no Brasil. Também foi descrita sua cadeia produtiva nas etapas de obtenção e beneficiamento da matéria prima, manufatura dos módulos fotovoltaicos e implantação, operação e desativação das usinas.

Também foram pesquisados trabalhos científicos que abordavam os principais impactos ambientais negativos provocados pelo setor fotovoltaico ao longo da sua cadeia produtiva, os quais foram correlacionados com as diferentes dimensões definidas pelo conceito jurídico de meio ambiente. Para esta correlação, deu-se ênfase às etapas de instalação, operação e desativação dos empreendimentos fotovoltaicos. Os estudos técnicos do setor fotovoltaico reuniram os conhecimentos básicos necessários para o entendimento da tecnologia fotovoltaica que faz parte do escopo deste trabalho. Essa etapa foi relevante para a identificação dos principais impactos provocados pelo

setor sobre o meio ambiente em suas diferentes dimensões presentes no conceito jurídico, contribuindo para a avaliação da efetiva inserção destas dimensões nos conteúdos ambientais presentes na legislação e em estudos de impacto ambiental. Os impactos ambientais presentes nesses trabalhos científicos, também foram relevantes para o desenvolvimento da proposição do conteúdo ambiental mínimo que poderia ser incorporado a um Termo de Referência para o licenciamento de empreendimentos fotovoltaicos.

3.3 Pesquisa das exigências legais para estudos prévios de impactos ambientais

Para a presente etapa, foi pesquisada a legislação na esfera federal relacionada aos conteúdos ambientais exigidos em estudos de impactos ao meio ambiente com a finalidade de licenciamento de obras ou atividades potencialmente causadoras de degradação. A pesquisa foi realizada em diferentes dispositivos legais, incluindo-se a Constituição Federal de 1988, a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Dentre os conteúdos ambientais abordados, destacam-se o diagnóstico ambiental, a análise dos impactos ambientais, a definição de medidas mitigadoras, a elaboração de programas de acompanhamento e monitoramento, a descrição dos impactos ambientais e a caracterização ambiental futura.

O estudo dos instrumentos de avaliação de impactos ao meio ambiente preconizados pela legislação pesquisada restringiu-se aos Estudos de Impactos Ambientais (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório de Controle Ambiental (RCA), Estudo Ambiental Simplificado (EAS) e Relatório Ambiental Simplificado (RAS). A pesquisa da legislação ambiental relacionada a estes instrumentos teve por finalidade identificar o conteúdo mínimo exigido para a realização dos estudos de impactos ao meio ambiente e quais as dimensões do conceito jurídico estão contempladas por essa legislação. A partir dessa pesquisa foi possível, posteriormente, avaliar a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na legislação que trata desses instrumentos selecionados.

3.4 Estudos do conteúdo ambiental em EIA, RIMA, RCA e EAS de empreendimentos fotovoltaicos

Nessa etapa, foram pesquisados 21 (vinte e um) empreendimentos fotovoltaicos, dos quais foram selecionados 10 (dez), conforme apresentado no Quadro 1. O critério utilizado para a seleção foi a disponibilidade e o acesso aos documentos dos estudos de impacto ambiental e se os mesmos continham elementos suficientes que propiciassem o levantamento dos dados almejados para o alcance do objetivo proposto nesta etapa. A pesquisa foi realizada em *websites* de órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento e através de contatos eletrônicos, telefônicos e pessoais com os mesmos.

Dentre os empreendimentos selecionados, foram encontradas diferentes categorias de estudos ambientais para fins de licenciamento, notadamente, Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Estudo Ambiental Simplificado (EAS), sendo todos relativos às fases de instalação, de operação e de desativação das usinas fotovoltaicas. Quando estavam disponíveis o EIA e o RIMA de um mesmo empreendimento, optou-se pela utilização do EIA, uma vez que esse documento é mais completo.

Quadro 1 – Empreendimentos fotovoltaicos e categorias de estudos selecionados

Empreendimento	Cidade/UF	Categoria de Estudo
Vazante 1, 2 e 3	Vazante/MG	RCA
Pirapora 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10	Pirapora/MG	RCA
Paracatu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10	Paracatu/MG	RCA
Guimaranã 1 e 2	Guimaranã/MG	RCA
FRV Banabuiú	Banabuiú/CE	EIA
FRV Massapê	Massapê/CE	EIA
Tauá	Tauá/CE	RIMA
Apodi I, II, III, IV, V, VI e VII	Quixerê/CE	RIMA

(RCA) Relatório de Controle Ambiental; (EIA) Estudos de Impacto Ambiental; (RIMA) Relatório de Impacto Ambiental; (EAS) Estudo Ambiental Simplificado.

Quadro 1 – Empreendimentos fotovoltaicos e categorias de estudos selecionados (conclusão)

Empreendimento	Cidade/UF	Categoria de Estudo
Guaimbê 1, 2, 3, 4 e 5	Guaimbê/SP	EAS
Dracena 1, 2, 3 e 4	Dracena/SP	EAS

(RCA) Relatório de Controle Ambiental; (EIA) Estudos de Impacto Ambiental; (RIMA) Relatório de Impacto Ambiental; (EAS) Estudo Ambiental Simplificado.

Nesses documentos selecionados, foi dado ênfase nos conteúdos que tratavam sobre os impactos ambientais negativos, uma vez que é o foco do presente trabalho. A pesquisa dos conteúdos destes estudos contribuiu para, posteriormente, avaliar se as diferentes dimensões de meio ambiente estavam presentes nos mesmos e se a possível ausência poderia estar associada à deficiência na legislação que norteia as suas diretrizes. Os impactos ambientais presentes nesses estudos contribuíram ainda para o desenvolvimento da proposição do conteúdo ambiental mínimo de um Termo de Referência para o licenciamento de empreendimentos do setor fotovoltaico.

3.5 Avaliação da inserção do conceito jurídico de meio ambiente

Com base no conceito jurídico de meio ambiente, nesta etapa foi avaliado se as quatro dimensões do conceito jurídico de meio ambiente estão contempladas nos trabalhos científicos voltados aos impactos do setor fotovoltaico e no conteúdo mínimo exigido pela legislação que trata dos estudos de impacto ambiental para o processo de licenciamento. Uma vez que os estudos de impacto ao meio ambiente (EIA, RIMA, RCA, EAS, entre outros) são decorrentes das exigências relacionadas na legislação, também foi avaliado se o conteúdo ambiental presente nos 10 (dez) estudos selecionados do setor fotovoltaico contemplavam as quatro dimensões do conceito jurídico de meio ambiente.

Estas avaliações permitiram refletir se a falta da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente nos trabalhos da literatura, legislação e nos estudos de impacto ao meio ambiente selecionados, poderia comprometer a efetividade da legislação e dos instrumentos de proteção ambiental e, por consequência, a qualidade do meio ambiente impactado.

A partir das reflexões da efetiva inserção do conceito jurídico, foi discutido e proposto um conteúdo ambiental mínimo que contemplasse as quatro dimensões de meio ambiente, o qual poderia ser futuramente incorporado a um Termo de Referência voltado para elaboração de estudos de impactos ao meio ambiente para usinas solares fotovoltaicas, visando dirimir lacunas e fragilidades na legislação. Entendeu-se que este conteúdo mínimo proposto pode contribuir para a prevenção, precaução e mitigação dos danos ambientais causados pelo setor fotovoltaico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas diferentes etapas da presente pesquisa estão descritos e discutidos nas seções que se seguem.

Primeiramente, são descritos os pressupostos teóricos básicos da pesquisa bibliográfica sobre o conceito jurídico de meio ambiente, o setor fotovoltaico e seus principais impactos ambientais negativos, bem como as exigências legais relacionadas aos estudos prévios de impactos ao meio ambiente necessários para o processo de licenciamento. Em seguida, serão descritos os estudos dos conteúdos presentes nos 10 (dez) estudos de impacto ao meio ambiente (EIA, RIMA, RCA e EAS) de empreendimentos fotovoltaicos selecionados.

Posteriormente, serão apresentadas as discussões e reflexões sobre a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na literatura, nas exigências legais para fins de licenciamento e nos estudos de impacto ao meio ambiente de empreendimentos fotovoltaicos eleitos. Por fim, será apresentada uma proposta de conteúdo ambiental mínimo contemplando as quatro dimensões de meio ambiente, o qual poderá ser futuramente incorporado a um Termo de Referência voltado para elaboração de estudos de impactos ao meio ambiente de empreendimentos fotovoltaicos.

4.1 Conceito jurídico e Meio Ambiente

A Conferência de Estocolmo em 1972 foi um marco na agenda mundial de meio ambiente. Neste evento, os países desenvolvidos se comprometeram a destinar 0,7% do Produto Interno Bruto (PIB) para ajuda internacional ambiental. Nessa reunião também foi concebido um documento denominado “Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano”, que contempla 26 princípios relativos ao meio ambiente e sustentabilidade para serem seguidos pelas nações (GUIMARÃES; FONTOURA, 2012; UNITED NATIONS, 1972).

Após Estocolmo, sucederam outros eventos, como a Conferência de Nairóbi sobre desertificação em 1977, a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 1983 e o mais notório deles, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92. Neste último evento foram lançadas as bases para uma nova concepção de desenvolvimento (GUIMARÃES; FONTOURA, 2012; SILVA 1993).

Subsequente a Rio-92, alguns acordos internacionais foram firmados, sendo os mais emblemáticos o Protocolo de Kyoto no final de 1997, que tratou da redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa e mais recentemente, em 2015, o Acordo de Paris que propõe acelerar a redução das emissões globais com o intuito de limitar o aumento da temperatura do planeta em 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (UNITED NATIONS, 1998; UNITED NATIONS, 2015a).

Essas conferências ocorridas desde a segunda metade do século XX revelam uma crescente demanda pela proteção ambiental. A principal motivação para isso são os sinais de aceleração do aquecimento global, desencadeando aumento do engajamento da comunidade ambiental em busca de soluções e compromissos governamentais.

Embora a maior parte dos acordos internacionais trate de assuntos diretamente ligados com a dimensão natural de meio ambiente, existem outros temas relacionados de forma direta ou indireta com outras dimensões. Por exemplo, a Agenda 2030 prevê a renovação e planejamento das cidades, promoção da cultura, condições decentes de trabalho, proteção dos direitos trabalhistas e a promoção de ambientes laborais seguros. Estes são temas contidos nas dimensões artificial, cultural e do trabalho no conceito jurídico de meio ambiente (UNITED NATIONS, 2015b).

Além do universo jurídico, o meio ambiente também é tratado e compreendido em outras áreas científicas. O termo foi utilizado pela primeira vez em 1835 na obra *Études Progressives d'un Naturaliste* pelo naturalista francês Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, no entanto, com um conceito mais restrito. Atualmente, de acordo com o Dicionário Larousse, a expressão significa “o conjunto de elementos naturais ou artificiais que condicionam a vida do homem”. Sob outro prisma, as ciências ambientais explicam o termo como a combinação das coisas com fatores externos aos indivíduos, sendo constituído por seres bióticos e abióticos e suas relações e interações, sendo que não se trata de mero espaço circunscrito, e sim de uma realidade complexa composta por múltiplas variáveis (MILARÉ, 2015; SIRVINSKAS, 2015).

Diante de diferentes pontos de vista sobre meio ambiente e considerando que o enfoque deste trabalho está relacionado à área do Direito Ambiental, optou-se por considerar a definição jurídica deste termo. Dessa forma recorre-se à legislação para iniciar o detalhamento e entendimento do conceito jurídico de meio ambiente.

No Brasil a primeira definição de meio ambiente na legislação federal surgiu através da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), onde foi descrito da seguinte forma:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

Em nível estadual, também existem definições de meio ambiente na legislação, a qual se tomará como exemplos as dos estados de São Paulo, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul.

O estado de São Paulo, por meio da Política Estadual do Meio Ambiente (Lei nº 9.509/1997), adotou a mesma definição da Política Nacional do Meio Ambiente, conforme segue:

Artigo 3.º - Para os fins previstos nesta lei, entende-se por:

I - meio ambiente: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

O estado de Santa Catarina conceituou meio ambiente através da Lei 5.793, de 16 de outubro de 1980, como se segue:

Art. 2º Para fins previstos nesta lei:

I – meio ambiente é a interação de fatores, químicos e biológicos que condicionam a existência de seres vivos e de recursos naturais e culturais;

O Rio de Janeiro definiu o entendimento acerca de meio ambiente por meio do Decreto-lei nº 134, de 16 de junho de 1975, onde se tem:

Art. 1º - [...]

Parágrafo único – Consideram-se como meio ambiente todas as águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, o ar e o solo.

Minas Gerais, através da Lei 7.772, de 8 de setembro de 1980, também delimita o termo meio ambiente:

Art. 1º - [...]

Parágrafo Único - Para os fins desta Lei, entende-se por meio ambiente o espaço onde se desenvolvem as atividades humanas e a vida dos animais e vegetais.

O estado do Rio Grande do Sul, por meio da Lei 7.488, de 14 de janeiro de 1981, dispõe que meio ambiente é:

Art. 3º - [...]

II – Meio ambiente: o conjunto de elementos – águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, ar, solo, subsolo, flora e fauna – as comunidades humanas, o resultado do relacionamento dos seres vivos entre si e com os elementos nos quais se desenvolvem e desempenham as suas atividades.

Dessa forma, verifica-se que o conceito jurídico de meio ambiente na legislação tem sua abrangência restrita aos aspectos relativos à natureza original e alguns outros aspectos relacionados à cultural. Ainda por meio de leis, da mesma forma outros estados definiram os seus entendimentos sobre meio ambiente.

Na doutrina jurídica, vários autores também versam acerca do tema. Sirvinskas (2015) conceitua e divide o termo “meio ambiente” assim:

[...] meio ambiente é o lugar onde habitam os seres vivos. É seu hábitat. Esse hábitat (meio físico) interage com os seres vivos (meio biótico), formando um conjunto harmonioso de condições essenciais para a existência da vida como um todo.

[...] podemos dividir o meio ambiente em: a) *meio ambiente natural* - integra a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna, a flora a biodiversidade, o patrimônio genético e a zona costeira (art. 225 da CF); b) *meio ambiente cultural* - integra os bens

de natureza material e imaterial, os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (arts. 215 e 216 da CF); c) meio ambiente artificial — integra os equipamentos urbanos, os edifícios comunitários (arquivo, registro, biblioteca, pinacoteca, museu e instalação científica ou similar) (arts. 21, XX, 182 e s. e 225 da CF); d) meio ambiente do trabalho[39] — integra a proteção do homem em seu local de trabalho, com observância às normas de segurança (arts. 7º, XXII, e 200, VII e VIII, ambos da CF).

Antunes (2015), explica que a natureza está contida no conceito de meio ambiente, porém este é mais amplo, conforme suas palavras:

[...] Certamente, a *natureza* é parte importante do meio ambiente, talvez a mais importante delas. Mas o meio ambiente não é só natureza. Meio ambiente é natureza mais atividade antrópica, mais modificação produzida pelo Ser Humano sobre o meio físico de onde retira o seu sustento. Não se deve, contudo, imaginar que o Homem não é parte do mundo natural, ao contrário, ele é parte essencial, pois dotado de uma capacidade de intervenção e modificação da realidade externa que lhe outorga uma posição extremamente diferente da ostentada pelos demais animais.

Fiorillo (2014) opta por não definir meio ambiente, ao considerar que o termo é um conceito jurídico indeterminado, cabendo ao intérprete o preenchimento do seu conteúdo. Entretanto, o autor também classifica meio ambiente em quatro aspectos:

O meio ambiente natural ou físico é constituído pela atmosfera, pelos elementos da biosfera, pelas águas (inclusive pelo mar territorial), pelo solo, pelo subsolo (inclusive recursos minerais), pela fauna e flora. Concentra o fenômeno da homeostase, consistente no equilíbrio dinâmico entre os seres vivos e meio em que vivem. [...]
O meio ambiente artificial é compreendido pelo espaço urbano construído, consistente no conjunto

de edificações (chamado de espaço urbano fechado), e pelos equipamentos públicos (espaço urbano aberto). Este aspecto do meio ambiente está diretamente relacionado ao conceito de cidade. Vale verificar que o vocábulo “urbano”, do latim *urbs*, *urbis*, significa cidade e, por extensão, seus habitantes. Não está empregado em contraste com o termo *campo* ou *rural*, porquanto qualifica algo que se refere a *todos os espaços habitáveis* [...]

O conceito de meio ambiente cultural vem previsto no art. 216 da Constituição Federal, que o delimita da seguinte forma:

“Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I — as formas de expressão;

II — os modos de criar, fazer e viver;

III — as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV — as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V — os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico”.

Ressalta o Prof. José Afonso da Silva que o meio ambiente cultural “é integrado pelo patrimônio histórico, artístico, arqueológico, paisagístico, turístico, que embora

artificial, em regra, como obra do homem, difere do anterior (que também é cultural) pelo sentido de valor especial”.

O bem que compõe o chamado patrimônio cultural traduz a história de um povo, a sua formação, cultura e, portanto, os próprios elementos identificadores de sua cidadania, que constitui princípio fundamental norteador da República Federativa do Brasil. [...]

Constitui meio ambiente do trabalho o local onde as pessoas desempenham suas atividades laborais relacionadas à sua saúde, sejam remuneradas ou

não, cujo equilíbrio está baseado na salubridade do meio e na ausência de agentes que comprometam a incolumidade físico-psíquica dos trabalhadores, independente da condição que ostentem (homens ou mulheres, maiores ou menores de idade, celetistas, servidores públicos, autônomos etc.).

Caracteriza-se pelo complexo de bens imóveis e móveis de uma empresa ou sociedade, objeto de direitos subjetivos privados e invioláveis da saúde e da integridade física dos trabalhadores que a frequentam.

Milaré (2015), explica que a definição de meio ambiente é mais facilmente intuída que definível. O autor reflete acerca do conceito jurídico em duas perspectivas:

[...] Numa visão estrita, o meio ambiente nada mais é do que a expressão do patrimônio natural e as relações com e entre os seres vivos. [...] Numa concepção ampla, que vai além dos limites estreitos fixados pela Ecologia tradicional, o meio ambiente abrange toda a natureza original (natural) e artificial, assim como os bens culturais correlatos. [...]

Corroborando com as ideias anteriores, Farias (2006) divide o conceito de meio ambiente em quatro dimensões:

O meio ambiente natural ou físico é constituído pelos recursos naturais, como o solo, a água, o ar, a flora e a fauna, e pela correlação recíproca de cada um destes elementos com os demais. Esse é o aspecto imediatamente ressaltado pelo citado inciso I do art. 3º da Lei nº. 6938, de 31 de agosto de 1981.

O meio ambiente artificial é o construído ou alterado pelo ser humano, sendo constituído pelos edifícios urbanos, que são os espaços públicos fechados, e pelos equipamentos comunitários, que são os espaços públicos abertos, como as ruas, as praças e as áreas verdes. Embora esteja mais relacionado ao conceito de cidade o conceito de meio ambiente artificial abarca também a zona

rural, referindo-se simplesmente aos espaços habitáveis, visto que nele os espaços naturais cedem lugar ou se integram às edificações urbanas artificiais.

O meio ambiente cultural é o patrimônio histórico, artístico, paisagístico, ecológico, científico e turístico e constitui-se tanto de bens de natureza material, a exemplo dos lugares, objetos e documentos de importância para a cultura, quanto imaterial, a exemplo dos idiomas, das danças, dos cultos religiosos e dos costumes de uma maneira geral. Embora comumente possa ser enquadrada como artificial, a classificação como meio ambiente cultural ocorre devido ao valor especial que adquiriu.

O meio ambiente do trabalho, considerado também uma extensão do conceito de meio ambiente artificial, é o conjunto de fatores que se relacionam às condições do ambiente de trabalho, como o local de trabalho, as ferramentas, as máquinas, os agentes químicos, biológicos e físicos, as operações, os processos, a relação entre trabalhador e meio físico. O cerne desse conceito está baseado na promoção da salubridade e da incolumidade física e psicológica do trabalhador, independente de atividade, do lugar ou da pessoa que a exerça.

Da mesma forma, Silva (2013), também considera meio ambiente em quatro aspectos, com ênfase para o meio ambiente do trabalho:

O meio ambiente é, assim, a interação do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciem o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas. A integração busca assumir uma concepção unitária do ambiente, compreensiva dos recursos naturais e culturais.

[...]

Merece referência em separado o meio ambiente do trabalho, como o local em que se desenrola boa parte da vida do trabalhador, cuja qualidade de vida está, por isso, em íntima dependência da qualidade daquele ambiente. É um meio ambiente

que se insere no artificial, mas digno de tratamento especial [...]

Portanto, nota-se a disparidade de detalhamento do conceito jurídico de meio ambiente entre a legislação vigente e a doutrina. Enquanto o primeiro é raso, com ênfase ao aspecto natural, o segundo possui maior amplitude e um significado mais abrangente. Embora os autores definam o conceito de forma diferente, percebem-se copiosos elementos entre eles. Essencialmente, para a doutrina jurídica, o termo meio ambiente engloba tudo que é natural, ou seja, a própria natureza, acrescido do que foi criado pelo homem e possui inter-relação com ele.

Dessa forma, por ser mais abrangente e contemplar a visão moderna dos principais autores brasileiros, para este trabalho adotou-se o conceito jurídico de meio ambiente definido pela maioria deles na doutrina jurídica, ou seja, a compreensão que engloba meio ambiente como o conjunto de elementos contidos nas dimensões natural, artificial, cultural e do trabalho.

Com base nos estudos acerca do termo meio ambiente na doutrina jurídica, reuniram-se os entendimentos dos autores sobre as dimensões que compõem o conceito jurídico de meio ambiente. Foram contemplados os elementos mais comuns entre as diversas visões presente no universo jurídico. O Quadro 2 apresenta o resultado desta compilação através da correlação entre as quatro dimensões e os seus respectivos elementos integrantes.

Quadro 2 – Dimensões do conceito jurídico de meio ambiente

Dimensão	Elementos Integrantes
Natural	Solo, água, ar, flora, fauna e a correlação recíproca de cada um destes elementos
Artificial	Edifícios urbanos e rurais e equipamentos comunitários (ruas, praças e áreas verdes)
Cultural	Patrimônio histórico, artístico, paisagístico, ecológico, científico e turístico. Bens materiais (lugares e objetos) e imateriais (idiomas, cultos e costumes)
Trabalho	Local de trabalho, ferramentas, máquinas, agentes químicos, biológicos e físicos, operações, processos e a relação entre trabalhador e meio físico

Fonte: do Autor

A pesquisa sobre as diferentes dimensões do conceito jurídico de meio ambiente descrita nesta etapa do trabalho foi importante para nortear a discussão e reflexão sobre a sua efetiva inserção em trabalhos da literatura, nas exigências legais voltadas ao licenciamento e nos 10 (dez) estudos de impactos ao meio ambiente do setor fotovoltaico selecionados, a qual será descrita em seção posterior.

4.2 Setor fotovoltaico no Brasil e etapas de sua cadeia produtiva

A primeira grande crise de geração de energia elétrica brasileira ocorreu na década de 50, que desencadeou a criação de Furnas, com a premissa de manter reservas hídricas suficientes para atender cinco anos de consumo. Até a década de 90, a forte estatização permitiu a manutenção dessa política de garantia de reservas hídricas. Nesse período também houve a interligação das redes de transmissão, que melhorou o abastecimento elétrico de regiões que sofriam localmente com períodos de estiagem. Ao longo desses 40 anos a capacidade instalada no Brasil saltou de 3,5GW para 55GW, a maior parte a partir de hidrelétricas (HINRICH; KLEINBACH 2003).

Atualmente, o Brasil ainda depende, basicamente, da gestão dos estoques de água para atender ao consumo de eletricidade. Quando os reservatórios estão cheios, a participação das hidrelétricas no atendimento do consumo ultrapassa 90% em períodos específicos do dia. Por outro lado, em períodos de estiagem prolongada, a geração é gravemente afetada. Segundo dados da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), em 19/09/2015 o Sistema Cantareira, reservatório com a maior capacidade de armazenamento do estado de São Paulo (1.269 milhões de metros cúbicos), operava com 12,7% da capacidade, já considerando o volume morto (volume de água localizada abaixo da cota de captação, ou seja, não pode ser captada por gravidade, somente com o auxílio de bombas). Cinco anos antes, nessa mesma data, o nível era de 84,7% (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016; STREET, 2015).

Uma das alternativas para reduzir a grande dependência da fonte hídrica é a diversificação da matriz energética. Em 2017, foi publicado o Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2026), que prevê expansão de 45% da capacidade total instalada no país, aumentando em 2,5% a fatia das fontes renováveis em relação às não renováveis. Além disso, dentre as fontes renováveis, está prevista uma alteração na composição, com destaque para a redução da dependência hídrica, que em 2016 era de 63,4% e deverá diminuir para 53,5% em 2026. Os

caminhos para a efetivação dessa mudança se dão por meio da fonte eólica que, em fevereiro de 2018, era responsável por 7,9% da capacidade instalada no país, com projeção de crescimento para 14,7% em 2026 e da energia solar fotovoltaica que em fevereiro de 2018 era de 0,65% e poderá responder por 5% da capacidade total instalada no Brasil em 2026 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017a).

Conforme apontado, no início de 2018, menos de 1% da capacidade instalada no país era proveniente de energia solar fotovoltaica, ao passo que as fontes renováveis respondiam por 72,57% da matriz elétrica. De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG), nessa data existiam 85 empreendimentos fotovoltaicos em operação e outros 65 em construção ou ainda não iniciados. Estas geradoras em operação somavam 1.021MW de potência enquanto aquelas que ainda não estão em operação 1.659MW. Essas quantidades somadas correspondiam a 1,70% da capacidade total instalada no Brasil naquela data (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018).

O Brasil apresenta aptidão para ampliar a participação da energia solar, uma vez que o seu território está localizado, na sua maior parte, na região intertropical e possui posição privilegiada para exploração de energia solar durante o ano todo. A irradiação incidente no país está entre 4,1 a 6,3 kWh/m².dia, enquanto países que estão na vanguarda da exploração de energia solar fotovoltaica possuem irradiação solar consideravelmente inferior, como é o caso da Alemanha (2,5 a 3,4 kWh/m².dia) e da Espanha (3,3 a 5,1 kWh/m².dia). Conforme apresentado na Figura 1, a menor média de insolação diária no território nacional está localizada no litoral Sul brasileiro (4,1 kWh/m².dia), enquanto a máxima encontra-se no sertão nordestino (6,3 kWh/m².dia) (LACCHINI; RÜTHER, 2015; PEREIRA et al., 2017).

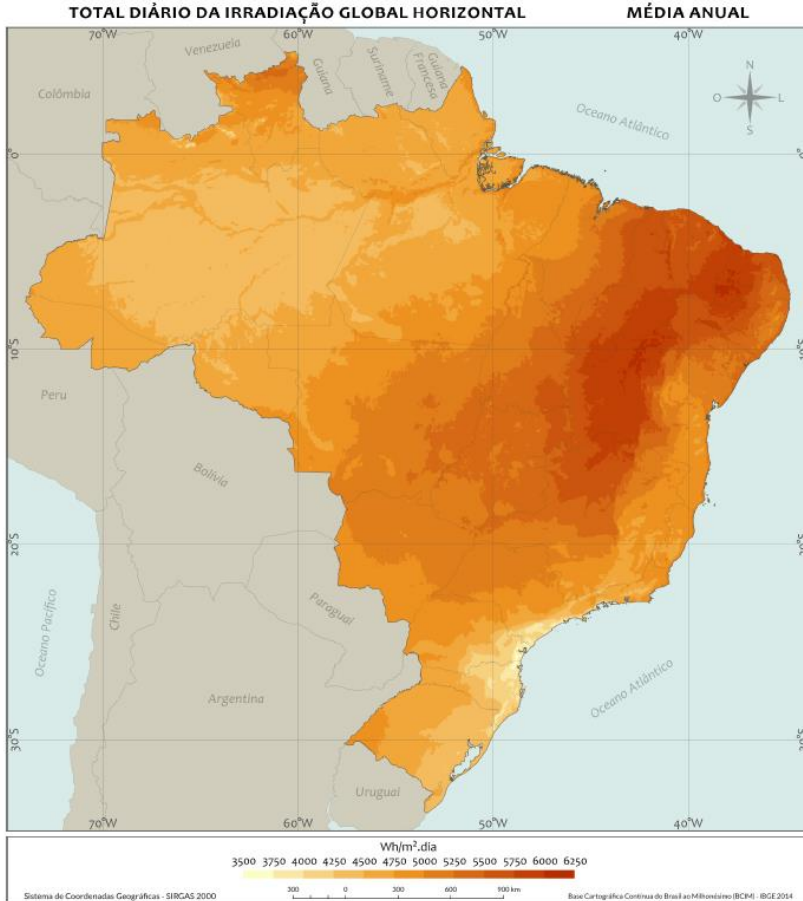


Figura 1 – Irradiação global horizontal total diária no Brasil – média anualizada (PEREIRA et al., 2017)

Além de contar com esse potencial, o país também tem avançado no campo das políticas públicas. Esses avanços permitem a viabilização da energia solar fotovoltaica em grande escala através de leilões e financiamentos subsidiados.

Os leilões de energia elétrica no Brasil iniciaram em 2004, com a modicidade das tarifas como principal finalidade. Em 2017, os três ambientes de contratação vigentes eram: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), onde os geradores, comercializadores e autoprodutores vendem energia para as distribuidoras através de

Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR); o Ambiente de Contratação Livre (ACL), onde os geradores, consumidores livres, autoprodutores, comercializadores, importadores e exportadores de energia elétrica estabelecem contratos entre si; os Leilões de Energia de Reserva destinados a aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica; os Leilões de projeto estruturante, que visa atender o planejamento estratégico de atendimento de demanda, por exemplo, a Usina Hidrelétrica de Belo Monte; e por último os Leilões Específicos para Fontes Alternativas com o intuito de diversificar a matriz de energia elétrica nacional introduzindo fontes renováveis (COSTA; PIEROBON, 2008; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017b).

Esses leilões de energia específicos de longo prazo (ex: 20 anos) que garantem contratos com preço definido e quantidades mínimas a serem entregues, impulsionam o setor fotovoltaico. O primeiro leilão exclusivo para esse tipo de energia ocorreu no mês de outubro de 2014 e contratou 890MW. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também apoia os empreendimentos por meio de linhas de financiamento subsidiadas com taxas de juros muito inferiores ao disponível no livre mercado (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2016; LACCHINI; RÜTHER, 2015).

Os empreendimentos solares fotovoltaicos possuem em sua cadeia produtiva diferentes etapas, as quais vão desde a extração do recurso natural até a desativação das centrais geradoras de energia.

Essa cadeia produtiva inicia-se com a extração do silício presente na natureza em minerais como as argilas, feldspatos e quartzo, que são os recursos naturais utilizados para a obtenção industrial do silício metalúrgico (Figura 2), principal matéria prima para produção dos módulos fotovoltaicos. A China ocupa posição de destaque com dois terços da produção mundial. O Brasil é responsável por 2% desta produção, ocupando o quinto lugar (CARVALHO et al., 2014; UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2016).



Figura 2 – Silício metalúrgico 99,5% (BAIDAO, 2016)

Através de diferentes processos industriais, essa matéria prima é transformada em silício mono ou policristalino, em forma de lingotes. Os lingotes são cortados em finas fatias denominadas *wafers* (Figura 3), os quais são utilizados na fabricação das células fotovoltaicas. Além das células de silício cristalino, que são as de primeira geração e possuem a maior participação no mercado, têm-se as de segunda geração, que são as de filmes finos, como o silício amorfo e telureto de cádmio, com custo de produção mais baixo, porém com eficiência inferior. A terceira geração, ainda em fase de desenvolvimento, engloba as novas tecnologias orgânicas, pontos quânticos, células de portadores quentes (*hot carriers*), células solares sensibilizadas por corantes (DSSC) e tecnologias de *upconversion*. O grande diferencial dessa geração é a possibilidade de alta eficiência com baixo custo, além de utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2012; ELY et al., 2014; MACHADO; MIRANDA, 2015).



Figura 3 – Lingotes e *wafers* (CHIPSETC, 2016)

O módulo fotovoltaico é construído a partir de células fotovoltaicas ligadas em série e encapsuladas em folhas de acetato de vinil etileno (EVA), e também com outros insumos complementares como a estrutura metálica e vidro. Estão também nesta etapa da cadeia produtiva outros equipamentos e componentes do sistema como os inversores que são dispositivos elétricos ou eletromecânicos que realizam a conversão de energia elétrica de corrente contínua em corrente alternada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2012; MACHADO et al., 2015).

As principais etapas para a produção dos módulos fotovoltaicos estão resumidas na Figura 4.

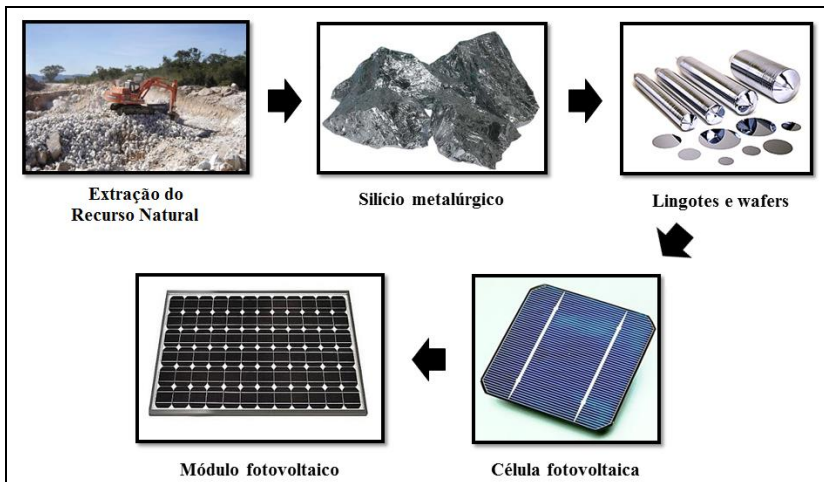


Figura 4 – Etapas para produção do módulo fotovoltaico (Autor)

A etapa de implantação de uma usina fotovoltaica inicia com os estudos preliminares, definição da área de intervenção, elaboração do projeto, estudos ambientais e a obtenção das licenças (BRASIL, 1997; PINHO et al., 2014). Após essas providências, a fase de instalação dá-se pelo início dos trabalhos de construção civil com a implantação da estrada de acesso, limpeza, terraplanagem, isolamento da área de intervenção, execução do sistema de drenagem, instalação das bases e suportes com o conjunto de módulos fotovoltaicos, instalação dos inversores e demais serviços. Concomitantemente, são executadas as edificações para abrigo dos equipamentos e demais usos. Ainda nessa fase é implantada a infraestrutura necessária para a transmissão da energia gerada como a subestação e linhas de transmissão para conexão com a rede de distribuição de energia elétrica (BEIGELMAN, 2013; ILICETO, 1996).

A operação dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede requer poucos e simples procedimentos operacionais, necessitando pouca intervenção do usuário. A geração e transmissão ocorrem de forma automática, dependendo somente da incidência solar e que o sistema esteja funcionando adequadamente. Para manter a estabilidade do sistema, o monitoramento e diagnóstico de falhas são essenciais, o que pode ocorrer no próprio local ou remotamente (LANDEIRA, 2013). As etapas de implantação, operação e manutenção de uma usina fotovoltaica estão resumidamente demonstradas na Figura 5.

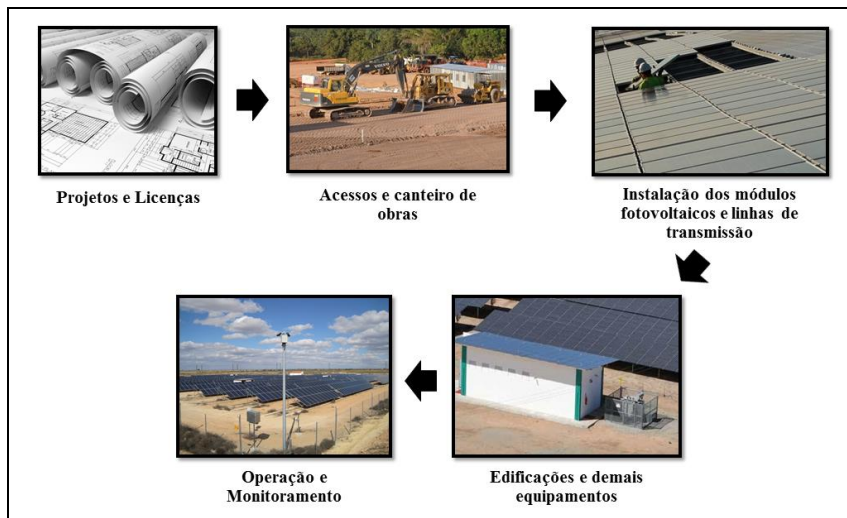


Figura 5 – Etapa de implantação, operação e manutenção de uma usina fotovoltaica (Autor)

A manutenção e vigilância, englobada na etapa de operação, pode exigir a presença de equipe contínua ou intermitente, de acordo com o porte da usina e a sofisticação do sistema instalado. A manutenção periódica envolve a verificação do funcionamento dos equipamentos do sistema, reaperto de cabos e conexões, limpeza da vegetação da área onde estão instalados os módulos, evitando o sombreamento, conferência da inclinação dos módulos fotovoltaicos e, eventualmente, o reposicionamento deles (PINHO et al., 2014; GROTH, 2013). Para manutenção da área livre de vegetação e poeira em alguns casos pode ser utilizados herbicidas e inibidores de poeira. A limpeza dos módulos deve ser realizada periodicamente com água. A frequência dependerá da localização da central fotovoltaica, variando de acordo com a quantidade de material particulado e o regime de chuvas da região, que algumas vezes pode ser insuficiente, ocasionando sensível redução de eficiência (PINHO et al., 2014; GROTH, 2013; HERNANDEZ et al., 2014; LANDEIRA, 2013).

A última fase, a desativação (Figura 6), é composta pela desmobilização e destinação adequada dos equipamentos, desmonte das estruturas físicas, recuperação das características ambientais e consequente desligamento ou realocação dos empregados. Nessa fase,

destaca-se a etapa de destinação dos módulos fotovoltaicos, que possuem vida útil entre 25 a 30 anos. Esses equipamentos devem ser descartados corretamente devido às substâncias tóxicas presentes em sua estrutura. Os diversos componentes dos módulos fotovoltaicos (vidro, alumínio, células fotovoltaicas, EVA, componentes elétricos, etc.) podem ser reciclados em até 90%. Existem diferentes tecnologias para cada tipo de módulo, no caso do silício mono e policristalino, por exemplo, a reciclagem envolve incineração ou pirólise para recuperação das lâminas (*wafers*) de silício cristalino (CORCELLI, *in press*; LATUNUSSA, *in press*; MASOUMIAN, 2015).

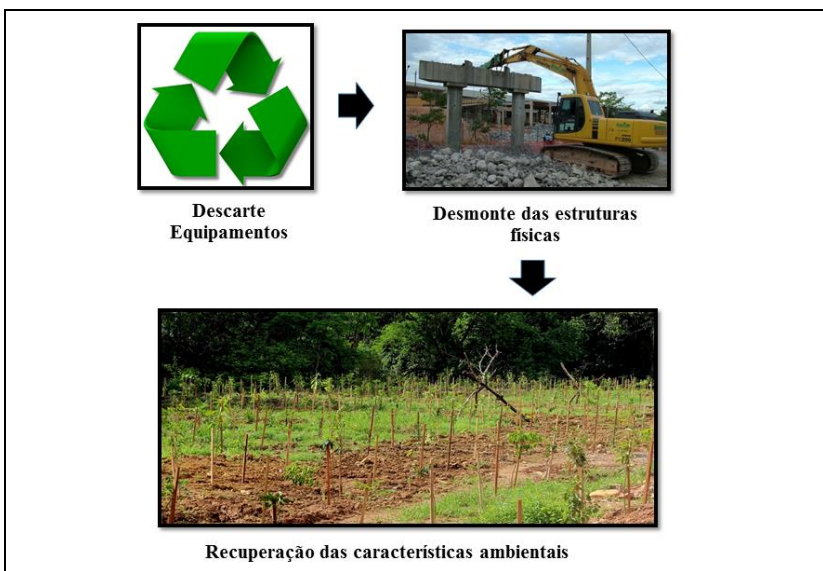


Figura 6 – Etapa de desativação de uma usina fotovoltaica (Autor)

4.3 Principais impactos ambientais negativos de empreendimentos fotovoltaicos

A energia solar fotovoltaica é produzida a partir de uma fonte renovável, limpa e infinita, apesar disso podem ocorrer impactos ambientais ao longo da cadeia produtiva deste setor. Tais impactos são identificados desde a extração das matérias primas, manufatura dos equipamentos, implantação e operação da usina e linhas de transmissão, bem como durante a fase de desativação.

Nos Quadros 3, 4, 5 e 6 são apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica de estudos que versavam sobre os principais danos ambientais causados pelo setor fotovoltaico, com foco nas etapas de implantação, operação e desativação.

Quadro 3 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente natural

Impacto Ambiental	Etapas da cadeia produtiva	Referência
Esgotamento de recursos naturais	E	TSOUTSOS et al., 2005.
Supressão Vegetal	E/IUF	CHIABRANDO et al., 2009; TSOUTSOS et al., 2005;
Perturbação da fauna	E/IUF	CHIABRANDO et al., 2009; CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014.
Aumento da quantidade de partículas em suspensão (poeira)	E/IUF	CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014.
Emissão de gases que provocam o efeito estufa e chuva ácida pelas máquinas e caminhões	E/IUF	CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014.
Transporte eólico de partículas de solo possivelmente contaminado	E/IUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Alterações pedológicas	E/IUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Compactação do solo causado pelo aumento do tráfego	E/IUF	HERNANDEZ et al., 2014.

Fonte: do Autor.

(E) Extração; (M) Manufatura; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (OLT) Operação da linha de transmissão; (D) Desativação.

Quadro 3 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente natural (continuação)

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Alterações do relevo, do albedo, das temperaturas locais e regime de ventos regional	IUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Diminuição da superfície de infiltração do solo	IUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Fragmentação de habitats	IUF/ILT	CHIABRANDO et al., 2009; HERNANDEZ et al., 2014.
Invasão de espécies exóticas	IUF/OUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Redução da variabilidade genética de espécies	IUF/OUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Alteração do uso de grande área de terra	IUF/OUF	CHIABRANDO et al., 2009; CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014; INATOMI et al., 2005; TSOUTSOS et al., 2005.
Redução da produção de alimentos pela ocupação de áreas cultiváveis	IUF/OUF	CHIABRANDO et al., 2009; HERNANDEZ et al., 2014; TSOUTSOS et al., 2005.
Deslocamento de animais selvagens	ILT/OLT	CHIABRANDO et al., 2009; HERNANDEZ et al., 2014.
Degradação da qualidade de habitats	ILT/OLT	HERNANDEZ et al., 2014.

Fonte: do Autor.

(E) Extração; (M) Manufatura; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (OLT) Operação da linha de transmissão; (D) Desativação.

Quadro 3 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente natural (conclusão)

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Alteração do fluxo eólico de sedimentos em regiões semiáridas (com empobrecimento do solo nos locais afetados)	OUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Erosão do solo	OUF	CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014.
Possibilidade de contaminação do solo e água por resíduos de produtos químicos (inibidores de poeira e herbicidas) e de células fotovoltaicas danificadas	OUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Risco de incêndio dos módulos fotovoltaicos	OUF	TSOUTSOS et al., 2005.
Perturbações e desconforto causado pelo brilho dos módulos fotovoltaicos	OUF	CHIABRANDO et al., 2009; HERNANDEZ et al., 2014.
Geração de campo magnético	OUF/OLT	CHIABRANDO et al., 2009; HERNANDEZ et al., 2014.
Possibilidade de contaminação do solo e água pelas células fotovoltaicas danificadas	OUF/DUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Geração de resíduos sólidos (parcela não reciclada dos módulos fotovoltaicos, inversores e demais equipamentos)	D	CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014.

Fonte: do Autor.

(E) Extração; (M) Manufatura; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (OLT) Operação da linha de transmissão; (D) Desativação.

Quadro 4 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente artificial

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Contaminação de reservatório de água pelas partículas em suspensão	IUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Redução da visibilidade em rodovias	IUF	CHIABRANDO et al., 2009; HERNANDEZ et al., 2014.
Danos à malha viária local	IUF	CINTRÃO, 2014.
Urbanização desordenada	IUF	QUEIROZ et al., 2012.
Possíveis danos ao patrimônio público e mobiliário urbano	IUF	QUEIROZ et al., 2012.

Fonte: do Autor.

(IUF) Implantação da usina fotovoltaica

Quadro 5 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente cultural

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Alteração da paisagem	E/IUF	CINTRÃO, 2014.
Uso de drogas na comunidade local (aumento do comércio de drogas lícitas e ilícitas)	IUF/ILT	CERQUEIRA-SANTOS, 2012; QUEIROZ et al., 2012.
Prostituição na comunidade local (aumento do comércio sexual)	IUF/ILT	CERQUEIRA-SANTOS, 2012.
Exploração sexual de crianças e adolescentes	IUF/ILT	CERQUEIRA-SANTOS, 2012.
Aumento do custo de vida local	IUF/ILT	CINTRÃO, 2014.

Fonte: do Autor.

(E) Extração; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (D) Desativação

Quadro 5 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente cultural (conclusão)

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Êxodo rural	IUF/ILT	QUEIROZ et al., 2012.
Aumento da demanda por serviços públicos, habitação, infraestrutura e saneamento	IUF/OUF	CINTRÃO, 2014; QUEIROZ et al., 2012.
Alteração da organização sociocultural e política da região	IUF/OUF	CINTRÃO, 2014; QUEIROZ et al., 2012.
Redução da arrecadação do município e desaquecimento da economia	D	CINTRÃO, 2014.

Fonte: do Autor.

(E) Extração; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (D) Desativação

Quadro 6 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente do trabalho

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Prejuízo ao sistema respiratório dos trabalhadores devido à poeira	IUF	CINTRÃO, 2014; HERNANDEZ et al., 2014.
Contaminação de trabalhadores por patógenos oriundos da perturbação do solo	IUF	HERNANDEZ et al., 2014.
Desenvolvimento de silicose pelos trabalhadores que manuseiam células fotovoltaicas danificadas	IUF/OUF/ D	HERNANDEZ et al., 2014.

Fonte: do Autor.

(M) Manufatura; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (OLT) Operação da linha de transmissão; (D) Desativação

Quadro 6 – Impactos de empreendimentos fotovoltaicos no meio ambiente do trabalho (conclusão)

Impacto Ambiental	Etapa da cadeia produtiva	Referência
Contaminação de trabalhadores por substâncias tóxicas existentes nos módulos fotovoltaicos	M/OUF	HERNANDEZ et al., 2014; INATOMI et al., 2005; TSOUTSOS et al., 2005.
Risco de acidentes dos trabalhadores (queda, lesão, choque elétrico)	IUF/ILT/OUF/OLT/D	INATOMI et al., 2005; PINHO et al., 2014.

Fonte: do Autor.

(M) Manufatura; (IUF) Implantação da usina fotovoltaica; (ILT) Implantação da linha de transmissão; (OUF) Operação da usina fotovoltaica; (OLT) Operação da linha de transmissão; (D) Desativação

Os resultados obtidos revelam que a maioria dos impactos ambientais negativos foram descritos para centrais fotovoltaicos do exterior. Destaca-se a escassez de trabalhos nacionais específicos para a área de energia solar, sendo que a maior parte deles tratava da energia solar fotovoltaica complementarmente a outras tecnologias, enquanto existem diversos estudos internacionais específicos para o setor. Apesar disso, são necessários estudos complementares para que se possa compreender melhor este perfil encontrado na literatura. Salienta-se ainda que possivelmente muitos desses impactos não se restringem ao setor fotovoltaico, sendo necessários estudos complementares para avaliar a recorrência desses impactos em outros setores energéticos, tais como hidrelétrico, eólico e biomassa, entre outros.

Esses resultados foram importantes ainda para a avaliação da efetiva inserção das quatro dimensões de meio ambiente nos trabalhos da literatura e as possíveis implicações, cujas discussões serão apresentadas em seção posterior.

4.4 Exigências legais para estudos prévios de impactos ambientais

No arcabouço jurídico brasileiro existem diversas disposições sobre a necessidade de estudos prévios de impactos ao meio ambiente para obras ou atividades capazes de comprometer qualidade ambiental.

No artigo 24 da Constituição Federal de 1988, está previsto que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar

concorrentemente, entre outras matérias, sobre “florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição”. Além disso, também está previsto no artigo 30 do mesmo documento, que compete aos municípios legislar sobre assuntos de interesse local (BRASIL, 1988).

Embora esteja previsto na Constituição Federal que os diferentes entes federativos possuam competência concorrente na proteção ambiental, neste trabalho, optou-se por abordar somente a legislação em nível federal, especialmente por essa ser hierarquicamente superior e, sendo assim, nortear as demais.

Seguindo a hierarquia legislativa, tem-se na Constituição Federal de 1988 no seu Artigo 225, inciso IV, que: “para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, é necessário estudo prévio de impacto ambiental e sua publicidade” (BRASIL, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) dispõe em seu inciso III do Artigo 9º, que a avaliação de impactos ambientais é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981).

De acordo com o Artigo 2º, inciso XI, da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001, de 23 de janeiro de 1986, usinas de geração de eletricidade, de qualquer fonte primária, acima de 10MW, necessitam licenciamento ambiental. Portanto, o tipo de estudo ambiental a ser realizado dependerá da decisão técnica do órgão ambiental competente. Nos casos de licenciamento de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), os estudos e relatório de impacto ambiental serão obrigatórios (BRASIL, 1986).

Ainda conforme o Artigo 6º da Resolução 001/1986, o estudo de impacto ambiental desenvolverá no mínimo as atividades técnicas:

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

a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos

d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

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

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

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

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

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

Quanto aos responsáveis pela elaboração dos estudos de impacto ambiental, o Artigo 7º da Resolução 001/1986 do CONAMA, exige que seja uma equipe multidisciplinar habilitada, totalmente independente do proponente do projeto (BRASIL, 1986).

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é a síntese e conclusão dos estudos técnicos do EIA. A Resolução 001/1986 do CONAMA define no art. 9º, que esse documento deverá ser apresentado de forma objetiva e em linguagem acessível, contendo no mínimo:

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

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

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

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

V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

A Resolução do CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, define no art. 1º que estudos ambientais são:

[...] todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

Essa Resolução prevê ainda que todo empreendimento ou atividade considerada efetiva ou potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente requer EIA/RIMA, aos quais deverá ser dada publicidade. Nas situações em que o órgão ambiental competente verifique que a atividade não é potencialmente causadora de significativa degradação, este definirá os estudos necessários para o caso concreto (BRASIL, 1997).

Verifica-se ao longo dessa Resolução, que os estudos de impacto ambiental estão inseridos dentro do contexto do licenciamento ambiental. Em alguns casos a elaboração desses estudos será obrigatória para a obtenção da Licença Prévia (LP). Esse procedimento inicia-se com a designação dos documentos, projetos e estudos ambientais necessários. Essa definição é tomada pelo órgão ambiental competente com a participação do empreendedor. Após essa delimitação, o proponente apresenta o requerimento de licença ambiental, acompanhado dos documentos solicitados. De posse destas peças, é realizada a análise e vistorias técnicas do órgão ambiental. Na etapa seguinte, quando couber, é realizada audiência pública. Concluídas essas fases, o órgão ambiental emite parecer técnico e jurídico conclusivo e por fim decide pelo deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade (BRASIL, 1997).

Quanto à competência pelo licenciamento ambiental, esta matéria é abordada do Artigo 4º ao 6º da Resolução CONAMA 237/1997. Embora existam diversas exceções, em regra a competência segue a área geográfica afetada pelos impactos ambientais. Quando esse território se restringe ao município, a competência é municipal. Ao impactar mais de um município a competência é estadual, e da mesma forma quando

atinge duas ou mais unidades federativas, a competência é do órgão federal, o IBAMA (BRASIL, 1997).

Segundo o Artigo 12º da Resolução CONAMA nº 237/1997, as atividades e empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental poderão ter seus procedimentos simplificados para a obtenção das licenças ambientais. Esses procedimentos devem ser definidos pelo órgão ambiental competente e a simplificação deverá ser aprovada pelos Conselhos de Meio Ambiente (BRASIL 1997).

A Resolução do CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001, estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto, incluindo os provenientes de fontes alternativas de energia. A referida Resolução propõe que, ao requerer a Licença Prévia ao órgão ambiental competente, o empreendedor deve apresentar o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) contendo, no mínimo, a descrição do projeto, o diagnóstico e prognóstico ambiental, bem como as medidas mitigadoras e compensatórias. Dentre outros aspectos, a Resolução propõe que, para o diagnóstico e prognóstico ambiental presente no conteúdo ambiental mínimo do RAS, sejam contemplados:

Diagnóstico ambiental;

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

Caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, considerando a interação dos diferentes fatores ambientais;

Com base no RAS, o órgão ambiental competente definirá se o empreendimento elétrico poderá ser enquadrado no procedimento simplificado, mediante decisão fundamentada em parecer técnico (BRASIL, 2001).

Tratando ainda sobre o arcabouço jurídico dos empreendimentos com impactos ambientais inferiores aqueles que necessitam de EIA/RIMA para licenciamento, o Artigo 39º da Instrução Normativa do IBAMA nº 184, de 17 de julho de 2008, prevê que para os

empreendimentos de impacto pouco significativo o IBAMA exigirá Estudo Ambiental Simplificado (EAS) e Plano de Controle Ambiental (PCA). Apesar dessa previsão normativa, a referida Instrução não detalha quais elementos devem ser contemplados para a identificação dos impactos nem para a realização do diagnóstico ambiental desses estudos.

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990, o Relatório de Controle Ambiental (RCA) é exigido na fase de obtenção da Licença Prévia (LP). O Plano de Controle Ambiental (PCA) será exigido na fase seguinte, para a obtenção da Licença de instalação (LI). Esse plano deverá conter os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais avaliados na fase da LP e também deverá ser acompanhado de demais documentos. Conforme a referida Resolução do CONAMA, as diretrizes para elaboração destes documentos devem ser definidas pelos respectivos órgãos ambientais competentes (BRASIL, 1990).

Portanto, se verificou a existência de diferentes categorias de instrumentos de defesa ambiental. Algumas delas possuem maior nível de exigências, como o EIA e RIMA, enquanto outras são simplificadas, como é o caso do EAS, RAS, PCA e RCA. Apesar disso, apurou-se que todas elas têm por finalidade proteger o meio ambiente contra os danos provocados por empreendimentos potencialmente causadores de impactos ambientais.

Destaca-se que as Resoluções CONAMA nº 10/1990, nº 279/1997, nº 279/2001 e a Instrução Normativa IBAMA nº 184/2008 não delimitam quais grupos de elementos se devem considerar para a identificação dos impactos ambientais, e a maioria dos dispositivos legais não dispõe acerca do escopo do diagnóstico ambiental. Por inexistir legislação que determine diretamente quais aspectos ambientais devem ser observados durante a identificação dos impactos ambientais, entende-se que esses elementos devem seguir aqueles exigidos para elaboração do diagnóstico ambiental conforme a Resolução do CONAMA nº 001/1986, a qual delimita que esses grupos de elementos ambientais são os meios físico, biológico e sócio-econômico.

4.5 Conteúdo ambiental em EIA, RIMA, RCA e EAS de empreendimentos fotovoltaicos

Essa seção apresenta o resultado dos conteúdos ambientais pesquisados nas diferentes categorias de estudos (EIA, RIMA, RCA e EAS) dos 10 (dez) empreendimentos fotovoltaicos selecionados. A análise foi concentrada nas seções dos documentos que tratavam, especificamente, sobre os impactos ambientais negativos.

Os Quadros 7 a 16 foram elaborados, correlacionando esses impactos com as fases do empreendimento em que eles ocorrem, com os meios em que estão inseridos (quando efetivamente especificados nos documentos) e com as possíveis dimensões de meio ambiente presentes no conceito jurídico.

As fases em que os impactos podem ocorrer são aquelas tradicionalmente elencadas nas categorias dos documentos e também descritas na literatura, notadamente a de implantação, operação e desativação. Da mesma forma, os possíveis meios em que o impacto ambiental pode estar incluído são aqueles utilizados nestes documentos e descritos Resolução CONAMA nº 001/1986, quais sejam, o físico, o biótico e o sócio-econômico.

Quadro 7 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Banabuiú (CE)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração do padrão da qualidade do ar	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Emissão de vibrações e ruídos	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Aceleração dos Processos Erosivos	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Desconforto Ambiental	Implantação e Operação	Físico e Biológico	Natural
Alterações morfoestruturais	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Alteração física, química e biológica do solo.	Implantação	Físico e Biológico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 7 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Banabuiú (CE) (continuação)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Geração de resíduos da construção civil	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Geração de resíduos sólidos	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Alteração da dinâmica do solo	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Alteração da composição do solo	Implantação	Físico	Natural
Alteração da dinâmica do ecossistema local	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Contaminação do solo (derramamento de óleos, graxas, gasolina, etc.)	Implantação e Operação	Físico e Biológico	Natural
Diminuição da superfície de infiltração	Implantação	Físico	Natural
Riscos de acidentes ambientais	Implantação e Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Formação de campo magnético	Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Alteração da paisagem	Implantação e Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Aumento do fluxo de veículos região	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Compactação do solo	Implantação e Operação	Físico e Biológico	Natural
Fuga e afugentamento temporário da fauna	Implantação	Biológico	Natural
Perda de espécies vegetais: vegetação da Caatinga arbóreo-arbustiva fechada	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 7 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Banabuiú (CE) (continuação)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Acidentes de trânsito com a fauna terrestre	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Diminuição de recursos alimentares e de abrigos para a fauna local	Implantação	Biológico	Natural
Caça e captura da fauna local	Implantação	Biológico	Natural
Aumento da mortalidade de espécimes da fauna terrestre	Implantação	Biológico	Natural
Perda de habitat para a fauna local	Implantação	Biológico	Natural
Alteração da dinâmica trófica	Implantação	Biológico	Natural
Diminuição da capacidade de suporte ambiental	Implantação	Biológico	Natural
Decréscimo da circulação de moeda	Operação	Sócio-Econômico	Cultural
Tensão emocional da população local - Valença I	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Decréscimo oferta de emprego/renda	Operação	Sócio-Econômico	Cultural
Expectativa e ansiedade da população local	Planejamento	Sócio-Econômico	Cultural
Impacto/Poluição visual	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Degradação das vias de acesso locais	Operação	Sócio-Econômico	Artificial
Riscos de acidentes de trânsito	Implantação e Operação	Sócio-Econômico	Cultural

Fonte: do Autor.

Quadro 7 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Banabuiú (CE) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Geração de efluentes sanitários	Implantação e Operação	Físico e Biológico	Natural e Cultural
Riscos de acidentes de trabalho.	Implantação e Operação	Sócio-Econômico	Trabalho

Fonte: do Autor.

Quadro 8 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Massapê (CE)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração do padrão da qualidade do ar	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Alterações pedológicas	Implantação	Físico	Natural
Emissão de vibrações e ruídos	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Aceleração dos Processos Erosivos	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Desconforto Ambiental	Implantação e Operação	Físico e Biológico	Natural
Alterações morfoestruturais	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Alteração no transporte de sedimentos para os corpos hídricos	Implantação	Físico	Natural
Alteração física, química e biológica do solo.	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Geração de resíduos sólidos	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Alteração da dinâmica do solo	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Contaminação do solo	Implantação e Operação	Físico e Biológico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 8 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Massapê (CE) (continuação)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Diminuição da superfície de infiltração	Implantação	Físico	Natural
Riscos de acidentes ambientais	Implantação e Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Formação de campo magnético	Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Alteração da paisagem	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Aumento do fluxo de veículos região	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Emissões atmosféricas de gases e poeira	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Compactação do solo	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Fuga e afugentamento temporário da fauna	Implantação	Biológico	Natural
Perda de espécies vegetais: vegetação da Caatinga arbóreo-arbustiva aberta	Implantação	Biológico	Natural
Acidentes com a fauna terrestre	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Diminuição de recursos alimentares e de abrigos para a fauna local	Implantação	Biológico	Natural
Caça e captura da fauna local	Implantação	Biológico	Natural
Aumento da mortalidade de espécimes da fauna terrestre	Implantação	Biológico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 8 – Impactos ambientais negativos presentes no EIA da Usina Fotovoltaica de Massapé (CE) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Perda de habitat para a fauna local	Implantação	Biológico	Natural
Alteração da dinâmica do ecossistema	Implantação	Biológico	Natural
Alteração da dinâmica trófica	Implantação	Biológico	Natural
Diminuição da capacidade de suporte ambiental	Implantação e Operação	Biológico	Natural
Decréscimo da circulação de moeda	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Tensão emocional da população local	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Decréscimo oferta de emprego/renda	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Expectativa e ansiedade da população local		Sócio-Econômico	Cultural
Riscos de acidentes de trabalho.	Implantação e Operação	Sócio-Econômico	Trabalho
Poluição visual	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Degradação das vias de acesso locais	Implantação	Sócio-Econômico	Artificial
Riscos de acidentes de trânsito	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural

Fonte: do Autor.

Quadro 9 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Tauá (CE)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração no perfil da população	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Supressão vegetal	Implantação	Biológico	Natural
Afugentamento da fauna	Implantação	Biológico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 9 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Tauá (CE) (continuação)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Desequilíbrio de elos tróficos	Implantação	Biológico	Natural
Alteração da dinâmica do ecossistema	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Geração ou aumento de processos erosivos	Implantação	Físico	Natural
Alteração do comportamento hídrico	Implantação	Físico	Natural
Lançamento de gases	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Alteração da paisagem	Implantação e Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Alteração da qualidade do ar	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Alteração sonora	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Geração de resíduos sólidos	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Risco de contaminação dos solos	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Desconforto ambiental	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Riscos ao patrimônio arqueológico não manifesto	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Emissão de ruídos e gases	Implantação e Operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho

Fonte: do Autor.

Quadro 9 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Tauá (CE) (continuação)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Riscos de acidentes ambientais	Implantação e operação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Decréscimo na oferta de emprego/renda com o fim da etapa de implantação	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Lançamento de poeiras	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural e Trabalho
Riscos de acidentes de percurso	Implantação	Sócio-Econômico	Trabalho
Aumento do fluxo de veículos	Implantação	Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Transtornos no fluxo de veículos	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Tensão emocional	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Degradação da paisagem	Implantação	Físico, Biológico e Sócio-Econômico	Cultural
Perda de cobertura vegetal	Implantação	Físico e Biológico	Natural
Riscos de acidentes no trabalho	Implantação e Operação	Sócio-Econômico	Trabalho
Alterações morfológicas	Implantação	Físico	Natural
Alterações geotécnicas	Implantação	Físico	Natural
Alteração do fluxo hidrológico superficial	Implantação	Físico	Natural
Alteração do escoamento das águas superficiais	Implantação	Físico	Natural
Alteração da rede elétrica rural local	Implantação	Sócio-Econômico	Artificial

Fonte: do Autor.

Quadro 9 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Tauá (CE) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Riscos de acidentes com a fauna	Implantação e Operação	Biológico e Sócio-Econômico	Natural
Instabilidade temporária da superfície	Implantação	Físico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 10 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Apodi I, II, III, IV, V, VI e VII em Quixeré (CE)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração na qualidade do ar	Implantação	Físico	Natural e Trabalho
Geração de Ruídos	Implantação e Operação	Físico e Sócio-econômico	Natural e Trabalho
Alteração da camada superficial do solo	Implantação	Físico	Natural
Alteração geomorfológica	Implantação	Físico	Natural
Intensificação de processos erosivos	Operação	Físico	Natural
Alteração na recarga do aquífero	Implantação	Físico	Natural
Alteração no fluxo de água superficial	Implantação	Físico	Natural
Pressão sobre os recursos hídricos	Implantação	Físico	Natural
Diminuição da biodiversidade local	Implantação	Biótico	Natural
Afugentamento temporário da fauna	Implantação	Biótico	Natural
Alteração da paisagem pela perda do potencial biótico	Implantação	Biótico	Cultural

Fonte: do Autor.

Quadro 10 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Apodi I, II, III, IV, V, VI e VII em Quixeré (CE) (continuação)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Geração de tensão relacionada a incertezas em relação ao projeto e a qualidade de vida.	Implantação	Sócio-econômico	Cultural
Aumento de movimentação nas vias principais e locais, fazendo com que os moradores do entorno da área em obras fiquem sujeitos a maiores riscos de acidentes.	Implantação	Sócio-econômico	Cultural
Geração de tensão relacionada a incertezas quanto a sua permanência na área e qualidade de vida.	Implantação	Sócio-econômico	Cultural
Aumento do volume de tráfego, sobretudo por equipamentos pesados, poderá levar à degradação das vias, sobretudo na época chuvosa podendo, eventualmente acarretar o aumento dos acidentes de trânsito.	Implantação	Sócio-econômico	Artificial e Cultural

Fonte: do Autor.

Quadro 10 – Impactos ambientais negativos presentes no RIMA da Usina Fotovoltaica de Apodi I, II, III, IV, V, VI e VII em Quixeré (CE) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Exposição dos operários a riscos de acidentes de trabalho ou prejuízo à saúde operacional.	Implantação	Sócio-econômico	Trabalho
Danos ao patrimônio arqueológico	Implantação	Sócio-econômico	Cultural
Perda dos postos de trabalho temporários criados.	Implantação	Sócio-econômico	Cultural
Alteração da paisagem	Operação	Sócio-econômico	Cultural

Fonte: do Autor.

Quadro 11 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Paracatu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 em Paracatu (MG)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração da Qualidade do Ar	Implantação	Físico	Natural e Trabalho
Intensificação de processos erosivos	Implantação	Físico	Natural
Contaminação do Solo	Implantação	Físico	Natural
Perda da Cobertura Vegetal	Implantação	Biótico	Natural
Afugentamento da Fauna	Implantação	Biótico	Natural
Geração de expectativa na população	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Interferência em infraestrutura	Implantação	Sócio-Econômico	Artificial
Geração de ruídos	Operação	Físico	Natural e Trabalho

Fonte: do Autor.

Quadro 11 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Paracatu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 em Paracatu (MG) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Emissões atmosféricas	Operação	Físico	Natural
Processos erosivos	Desativação	Físico	Natural
Geração de resíduos sólidos	Desativação	Físico	Natural
Geração de ruídos	Desativação	Físico	Natural e Trabalho
Geração de poeira	Desativação	Físico	Natural e Trabalho
Geração de desemprego e renda	Desativação	Sócio-Econômico	Cultural
Pressões sobre o sistema viário, com sobrecarga e deterioração de pavimentos	Desativação	Sócio-Econômico	Artificial

Fonte: do Autor.

Quadro 12 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Vazante 1, 2 e 3 em Vazante (MG)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração da Qualidade do Ar	Implantação	Físico	Natural e Trabalho
Intensificação de processos erosivos	Implantação	Físico	Natural
Contaminação do Solo	Implantação	Físico	Natural
Perda da Cobertura Vegetal	Implantação	Biótico	Natural
Afugentamento da Fauna	Implantação	Biótico	Natural
Geração de expectativa na população	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural

Fonte: do Autor.

Quadro 12 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Vazante 1, 2 e 3 em Vazante (MG) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Interferência em infraestrutura	Implantação	Sócio-Econômico	Artificial

Fonte: do Autor.

Quadro 13 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Pirapora 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 em Pirapora (MG)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração da Qualidade do Ar	Implantação	Físico	Natural e Trabalho
Intensificação de processos erosivos	Implantação	Físico	Natural
Contaminação do Solo	Implantação	Físico	Natural
Perda da Cobertura Vegetal	Implantação	Biótico	Natural
Afugentamento da Fauna	Implantação	Biótico	Natural
Geração de expectativa na população	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Interferência em infraestrutura	Implantação	Sócio-Econômico	Artificial

Fonte: do Autor.

Quadro 14 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Guimarães 1 e 2 em Guimarães (MG)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Alteração da Qualidade do Ar	Implantação	Físico	Natural e Trabalho
Intensificação de processos erosivos	Implantação	Físico	Natural
Contaminação do Solo	Implantação	Físico	Natural
Perda da Cobertura Vegetal	Implantação	Biótico	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 14 – Impactos ambientais negativos presentes no RCA da Usina Fotovoltaica de Guimarães 1 e 2 em Guimarães (MG) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Afugentamento da Fauna	Implantação	Biótico	Natural
Geração de expectativa na população	Implantação	Sócio-Econômico	Cultural
Interferência em infraestrutura	Implantação	Sócio-Econômico	Artificial
Geração de ruídos	Operação	Físico	Natural e Trabalho
Emissões atmosféricas	Operação	Físico	Natural
Processos erosivos	Desativação	Físico	Natural
Geração de resíduos sólidos	Desativação	Físico	Natural
Geração de ruídos	Desativação	Físico	Natural e Trabalho
Geração de poeira	Desativação	Físico	Natural e Trabalho
Geração de desemprego e renda	Desativação	Sócio-Econômico	Cultural
Pressões sobre o sistema viário, com sobrecarga e deterioração de pavimentos	Desativação	Sócio-Econômico	Artificial

Fonte: do Autor.

Quadro 15 – Impactos ambientais negativos presentes no EAS da Usina Fotovoltaica de Dracena 1, 2, 3 e 4 em Dracena (SP)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Geração de efluentes da área administrativa	Operação	Não especificado	Natural
Geração de resíduos sólidos	Desativação	Não especificado	Natural
Supressão de indivíduos arbóreos	Implantação	Não especificado	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 15 – Impactos ambientais negativos presentes no EAS da Usina Fotovoltaica de Dracena 1, 2, 3 e 4 em Dracena (SP) (conclusão)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Erosão do solo	Não especificada	Não especificado	Natural

Fonte: do Autor.

Quadro 16 – Impactos ambientais negativos presentes no EAS da Usina Fotovoltaica de Guaimbê 1, 2, 3, 4 e 5 em Guaimbê (SP)

Impacto	Fase	Meio	Dimensão
Geração de efluentes da área administrativa	Operação	Não especificado	Natural
Supressão de indivíduos arbóreos	Implantação	Não especificado	Natural
Erosão do solo	Não especificada	Não especificado	Natural

Fonte: do Autor.

Ao compilar os impactos ambientais negativos presentes nesses estudos de usinas fotovoltaicas, verificou-se que os mesmos se encontram, majoritariamente, na fase de implantação e regularmente distribuídos entre meio físico, biótico e sócio-econômico. Também foi possível identificar que os estudos ambientais mais complexos (EIA e RIMA) apresentaram maior quantidade de impactos negativos do que os estudos mais simplificados (EAS e RCA), embora as características dos empreendimentos fossem semelhantes.

Os resultados obtidos nessa etapa foram importantes para avaliar se os impactos ambientais negativos levantados nesses estudos contemplam as quatro dimensões do conceito jurídico de meio ambiente. Além disso, também contribuíram para verificar se a possível ausência de algumas dessas dimensões estaria associada a omissões da legislação pesquisada. Por fim, ainda contribuíram para a proposição do conteúdo mínimo do Termo de Referência.

4.6 Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente

Conforme já apresentado neste trabalho, no universo jurídico, o meio ambiente é delimitado em quatro dimensões: natural, artificial, cultural e do trabalho. Com base nos estudos apresentados, nesta seção

será realizada uma avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente nos trabalhos sobre impactos do setor fotovoltaico descritos na literatura, na legislação que trata sobre as exigências de estudos ambientais para fins de licenciamento e, por fim, nos 10 (dez) estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico selecionados nessa pesquisa.

Em relação à efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente nos trabalhos da literatura que abordam os impactos ambientais negativos do setor fotovoltaico, foi possível perceber que a maioria deles estão concentrados na dimensão natural, principalmente nos aspectos relacionados ao solo, ar, flora e fauna, enquanto houve menor destaque para a água.

Quanto à dimensão artificial, os estudos contemplam os edifícios urbanos e equipamentos públicos, porém não mencionam os edifícios rurais que também são um elemento integrante deste grupo.

Na dimensão cultural, os danos ambientais citados pela literatura englobam o patrimônio paisagístico e, principalmente, os bens imateriais relacionados aos costumes, como êxodo rural, alteração da organização sociocultural e política regional, uso de drogas e aspectos relacionados à exploração sexual. Não foram verificadas ocorrências dos demais elementos desse grupo, tais como patrimônio histórico, artístico, ecológico, científico e turístico, além de bens materiais (lugares e objetos) e imateriais relacionados aos idiomas e cultos.

Para a dimensão do meio ambiente do trabalho, foram evidenciados aspectos relativos à saúde ocupacional do trabalhador, como as doenças ocupacionais e riscos de acidentes devido aos agentes químicos, biológicos e físicos, porém não foram mencionados outros aspectos como local de trabalho, ferramentas, máquinas, operações e processos.

Durante a realização desse levantamento, percebeu-se que a maioria dos estudos existentes direcionava o seu conteúdo, exclusivamente ou prioritariamente, para a dimensão natural, seguida da cultural, enquanto que as dimensões artificial e do trabalho foram pouco abordadas e, geralmente, com caráter complementar às pesquisas. Isso está refletido nos Quadros 5 e 6 deste trabalho, onde poucos impactos identificados são relativos ao meio ambiente artificial e do trabalho.

Portanto, os resultados permitem demonstrar que a dimensão natural teve todos os seus elementos contemplados pelos impactos ambientais descritos na literatura, enquanto as demais dimensões tiveram aspectos negligenciados, conforme está, resumidamente, apresentado no Quadro 17.

Quadro 17 – Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na literatura do setor fotovoltaico

Dimensão	Abrange	Não abrange	Observações
Natural	Todos os elementos	-	Inserção integral, porém menor destaque para a água
Artificial	Edifícios urbanos e equipamentos comunitários	Edifícios rurais	Inserção parcial
Cultural	Patrimônio paisagístico e bens imateriais (costumes)	Patrimônio histórico, artístico, ecológico, científico e turístico, bens materiais (lugares e objetos) e imateriais (idiomas e cultos)	Inserção parcial, com destaque para maior abrangência dos costumes
Trabalho	Agentes químicos, biológicos e físicos, e a relação do trabalhador e meio físico	Local de trabalho, ferramentas, máquinas, operações e processos	Inserção parcial

Fonte: do Autor.

Em relação ao conceito jurídico de meio ambiente e sua efetiva inserção nas exigências legais de estudos ambientais, destaca-se a Lei 6.938/1981 que dispõe acerca da Política Nacional do Meio Ambiente, a qual define meio ambiente com ênfase nas interações de ordem física, química e biológica. Logo, direciona seu entendimento sob a óptica da dimensão natural deste conceito.

A Resolução CONAMA 001/1986 é um dos principais instrumentos jurídicos para estudos de impacto ambiental. Embora esse documento não detalhe para quais conjuntos de elementos devam ser identificados os impactos ambientais, é possível compreender que esses grupos são aqueles previstos no diagnóstico ambiental: meios físico, biológico e sócio-econômico.

Conforme apresentado neste trabalho, os dispositivos legais que versam sobre os estudos de impacto ambiental mais simplificados (RCA

e EAS), também não definem quais elementos devem ser considerados para identificação dos impactos, tampouco para elaboração do diagnóstico ambiental. Sendo assim, entende-se que a Resolução CONAMA 001/1986 é a responsável por nortear os elementos a serem contemplados em estudos de impacto ambiental.

Dessa forma, conforme o conteúdo apresentado nesta pesquisa, a referida Resolução aborda integralmente a dimensão natural (solo, água, ar, flora, fauna) através dos meios físico e biológico. Enquanto isso, a abordagem da dimensão cultural é parcial, estando presente nos meios sócio-econômico (sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais) e biológico (áreas de preservação permanente), porém com alguns de seus elementos omitidos, tais como os patrimônios científico e turístico e os bens imateriais (idiomas, cultos, costumes).

Para as dimensões artificial (edifícios urbanos e rurais e equipamentos comunitários) e do trabalho (local de trabalho, ferramentas, máquinas, agentes químicos, biológicos e físicos, operações, processos e a relação entre trabalhador e meio físico) verifica-se um vácuo na referida Resolução, que em seu conteúdo não abrange a exigência de diagnóstico ambiental que contemple qualquer um dos elementos dessas duas dimensões.

O Quadro 18 apresenta o resultado geral da avaliação da inserção do conceito jurídico de meio ambiente na legislação do setor fotovoltaico.

Portanto, existem implicações para os estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento quando a identificação dos danos ambientais não considera elementos previstos no conceito jurídico de meio ambiente. Essas consequências serão abordadas em seção específica deste trabalho, onde serão realizadas reflexões e propostas sobre a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente.

Quadro 18 – Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na legislação do setor fotovoltaico

Dimensão	Abrange	Não abrange	Observações
Natural	Todos os elementos	-	Inserção integral
Artificial	N/A	Todos os elementos	Não inserida
Cultural	Patrimônio histórico, artístico, paisagístico e ecológico e os bens materiais (lugares e objetos)	Patrimônio científico e turístico e os bens imateriais (idiomas, cultos, costumes)	Inserção parcial
Trabalho	N/A	Todos os elementos	Não inserida

Fonte: do Autor.

Em relação à inserção do conceito jurídico de meio ambiente em EIA, RIMA, RCA e EAS de empreendimentos fotovoltaicos, inicialmente, cabe destacar que a quantidade de danos ambientais identificados nos documentos selecionados teve variação diretamente proporcional ao nível de complexidade de cada uma de suas categorias. Dessa forma, é possível afirmar que existe uma tendência de maior completude dos EIA e RIMA, porém tanto esses estudos como outros mais simples (por exemplo, RCA e EAS), possuem omissões quanto ao meio ambiente artificial, cultural e do trabalho.

Foi observado que esses estudos contemplaram na dimensão natural a maioria dos impactos negativos, os quais estão distribuídos entre solo, água, ar, flora e fauna, ou seja, todos os elementos que constituem essa dimensão.

Ainda, se tem uma quantidade significativa de danos ambientais identificados entre aqueles que se enquadram no meio ambiente cultural. Esses são relativos ao patrimônio paisagístico, ecológico, histórico e principalmente aos bens imateriais relacionados aos costumes. Por outro lado, os elementos patrimônio artístico, científico e turístico, bens materiais (lugares e objetos) e os imateriais relacionados aos idiomas e cultos não foram citados nesses estudos pesquisados.

Em quantidade muito inferior aos anteriores, o meio ambiente artificial foi contemplado principalmente quanto aos danos causados à malha viária. Destaca-se ainda que apenas um dos estudos de impacto ambiental identificou um impacto ambiental negativo relativo à

infraestrutura rural. Os elementos edifícios urbanos e rurais, bem como outros tipos de equipamentos comunitários como praças e áreas verdes não foram mencionados nos estudos.

No meio ambiente do trabalho, com a menor expressão de todos, os impactos negativos previstos resumem-se a poucas citações relativas a acidentes de trabalho e saúde ocupacional. Destaca-se que os elementos local de trabalho, ferramentas, máquinas, operações e processos não foram contemplados na identificação dos impactos ambientais dos estudos selecionados.

Dessa forma, o Quadro 19 sintetiza a avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente nos estudos de impacto ambiental dos empreendimentos solares fotovoltaicos.

Quadro 19 – Avaliação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente em estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico

Dimensão	Abrange	Não abrange	Observações
Natural	Todos os elementos	-	Inserção integral
Artificial	Equipamentos urbanos (ruas)	Edifícios urbanos e rurais, equipamentos comunitários (praças e áreas verdes)	Inserção parcial. Destaca-se que foi contemplada somente a malha viária.
Cultural	Patrimônio histórico, paisagístico e ecológico e bens imateriais (costumes)	Patrimônio artístico, científico, turístico, bens materiais (lugares e objetos) e imateriais (idiomas e cultos)	Inserção parcial, com destaque para maior abrangência dos costumes
Trabalho	Agentes químicos, biológicos e físicos e a relação entre trabalhador e meio físico	Local de trabalho, ferramentas, máquinas, operações e processos	Inserção parcial

Fonte: do Autor.

Portanto, considerando a literatura, legislação e os estudos de impactos ao meio ambiente dos empreendimentos selecionados, pode-se identificar que a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente ocorre integralmente somente para a dimensão natural, enquanto ela é parcial para as dimensões cultural, artificial e do trabalho, em maior ou menor grau. Destaca-se que a legislação não contempla efetivamente as dimensões artificial e do trabalho e que existem poucas citações na literatura e nos estudos dos empreendimentos selecionados. Desta forma, de maneira geral, avalia-se que a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente em estudos de impacto ambiental do empreendimento fotovoltaico é parcial.

Esta pesquisa revelou que a falta de inserção do conceito jurídico de meio ambiente ocorre na literatura especializada, em diferentes graus na legislação e nos próprios estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico. De forma geral, dá-se maior ênfase ao meio ambiente natural, enquanto o artificial, cultural e do trabalho são tratados de forma menos relevante e por vezes omitidos.

Sob o ponto de vista da literatura, apesar dela abordar as quatro dimensões de meio ambiente, foi possível detectar que é dada maior ênfase ao aspecto natural, enquanto os demais aparecem nos estudos de forma complementar ou por algumas vezes são negligenciados. Também se destaca que a maioria dos impactos foi descrita por pesquisadores do exterior, com escassez de trabalhos nacionais específicos para o setor fotovoltaico, que poderia ser justificado pelo estágio inicial em que se encontra a implantação dessa tecnologia, no formato de grandes centrais geradoras, no Brasil.

Deste modo, sugerem-se pesquisas científicas que avaliem especificamente os impactos ambientais causados pela geração centralizada de energia solar fotovoltaica com foco nas dimensões artificial, cultural e trabalho. O grande número de empreendimentos que recém iniciaram operação e também aqueles que estão em fase de construção é uma relevante oportunidade para a identificação e estudo desses impactos.

Quanto aos resultados observados acerca da legislação, infere-se a necessidade de aperfeiçoamento dos dispositivos que fixam o conteúdo ambiental mínimo para os diversos setores, bem como para aqueles que dispõem acerca do conteúdo específico dos estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico.

Outro ponto importante a ser destacado é a falta de regulamentação específica no nível federal, e por vezes controversa, para o licenciamento ambiental de centrais geradoras de energia solar

fotovoltaica. Ainda que a Resolução CONAMA 001/1986 aponte a necessidade de elaboração de EIA/RIMA, outra resolução do mesmo conselho, a 237/2001, indica a realização de procedimento de licenciamento ambiental simplificado. Ainda assim, visto que a maioria das vezes a competência para o licenciamento recai sobre os estados, muitos deles editaram suas próprias legislações no setor fotovoltaico, fato que gerou exigências distintas entre as diferentes unidades federativas.

Essas múltiplas interpretações entre os estados além de não ser benéfica para a proteção ambiental, pode ainda influenciar negativamente a tomada de decisão sobre a melhor área de intervenção do empreendimento. Isso ocorre porque poderá não ser considerada somente a opção técnica mais adequada, mas também a unidade da federação em que a legislação seja mais simples ou branda.

Para exemplificar boas iniciativas de modernização da legislação, cita-se edição da Resolução CONAMA nº 462, de 24 de julho de 2014, que foi um marco para o setor eólico com a fixação dos procedimentos para o licenciamento de empreendimentos terrestre de geração de energia eólica, em nível federal. A uniformização das exigências ambientais em âmbito nacional além de ser um importante dispositivo de proteção ambiental, também trouxe outros benefícios como maior segurança jurídica para os empreendedores do setor.

Dada à falta de inserção do conceito jurídico de meio ambiente, tanto na literatura quanto na legislação, este conceito também não é integralmente contemplado pelos estudos de impacto ambiental dos empreendimentos, visto que estes são produtos diretamente ligados às informações existentes nas exigências legais e literatura. A incompletude desses estudos resulta documentos parciais decorrendo omissão de informações relevantes à população afetada, além da falta de previsão de medidas mitigadoras e compensatórias, fatores que tendem a causar tomadas de decisões equivocadas e comprometem a proteção ambiental.

Dessa maneira, entende-se que o aperfeiçoamento da legislação, isoladamente, já será capaz de causar efeito positivo sobre a inserção do conceito em estudos de impacto ambiental bem como na literatura correlata. Para isso, foi proposto ao final deste trabalho um conteúdo ambiental mínimo contemplando as quatro dimensões de meio ambiente e que pode ser futuramente incorporado a um Termo de Referência voltado para elaboração de estudos de impactos ao meio ambiente de usinas solares fotovoltaicas. Essa proposição está descrita com mais detalhe na seção que se segue.

4.7 Proposição de conteúdo ambiental para Termo de Referência

Atualmente, não existe, em âmbito nacional, um dispositivo legal específico que disponha sobre estudos de impacto ambiental de projetos de geração de energia solar fotovoltaica, tampouco na maioria dos estados brasileiros. Ao contrário do exposto, no quesito regulação, o setor eólico encontra-se em estágio mais avançado desde o seu marco regulatório em 2014 através da Resolução CONAMA nº 462/2014. Entende-se que, além de garantir maior segurança jurídica aos empreendedores, a regulação do licenciamento ambiental do setor produz efeitos positivos para a proteção ambiental e o desenvolvimento do segmento.

Uma das formas de regulamentar o licenciamento ambiental de uma atividade, garantindo segurança jurídica e proteção ambiental adequada é através da edição de um Termo de Referência específico. Esse documento deve dispor sobre diversos aspectos, como dados cadastrais, delimitação da área de intervenção e alternativas locais, informações básicas sobre o empreendimento, alternativas tecnológicas, estudos de viabilidade técnico-econômica, diagnóstico ambiental, identificação dos impactos ambientais, avaliação dos impactos ambientais, medidas mitigadoras, compensatórias e de monitoramento, conclusão sobre a qualidade ambiental, entre outras disposições. Por conseguinte, o conteúdo de um Termo de Referência possui ampla extensão e exige esforços de uma equipe multidisciplinar que seja capaz de englobar diversos aspectos necessários a serem contemplados por um estudo de impacto ambiental para fins de licenciamento.

A proposta a ser apresentada nesta seção trata-se de um esboço que engloba um conteúdo mínimo relacionado aos estudos de impactos ambientais que poderia ser incorporado a um futuro Termo de Referência destinado ao processo de licenciamento de empreendimentos fotovoltaicos. Esse conteúdo procurou abranger as dimensões natural, artificial, cultural e do trabalho inerentes ao conceito jurídico de meio ambiente, contribuindo para dirimir as omissões da legislação observadas neste trabalho e para a maior proteção do meio ambiente impactado por esta atividade econômica.

Para maior ênfase desta proposição, optou-se por mantê-la nesta mesma seção, com a apresentação a partir da página seguinte com destaque do seu layout de forma a evidenciá-la como um Termo de Referência.

PROPOSTA DE CONTEÚDO AMBIENTAL PARA TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

1 APRESENTAÇÃO

Esta minuta parcial de conteúdo, a ser incorporado a um Termo de Referência, tem por finalidade orientar os temas denominados “Diagnóstico Ambiental” e “Identificação de Impactos Ambientais”, os quais se fazem presentes nas diferentes categorias de estudos prévios de impactos sobre o meio ambiente a serem apresentado pelos empreendedores ao órgão ambiental competente com a finalidade de instruir o processo de licenciamento ambiental de Usinas Solares Fotovoltaicas, em nível federal. Para a elaboração de um Termo de Referência completo serão necessárias diversas outras complementações multidisciplinares, de forma a contemplar os diferentes aspectos exigidos pela legislação.

A edição deste documento foi baseada nas seguintes premissas:

- . A necessidade de expansão de oferta de fontes alternativas renováveis e redução da dependência de fontes hídricas para geração de energia elétrica;
- . Os empreendimentos de energia solar fotovoltaica configuram-se como opção de geração de energia elétrica com baixo potencial poluidor comparado com outras alternativas;
- . A necessidade de consolidar uma economia de baixo consumo de combustíveis fósseis na geração de energia elétrica de acordo com um o art. 11, parágrafo único da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC;
- . O compromisso nacional voluntário assumido pelo Brasil de redução entre 36,11% e 38,9% das emissões projetadas até 2020, por força do art. 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC;
- . O Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 prevê a expansão da energia solar fotovoltaica nos próximos 10 anos, projetando a

participação da fonte solar para 5% da capacidade total instalada no país;

. Os empreendimentos fotovoltaicos podem causar impactos negativos ao meio ambiente em suas diferentes etapas da cadeia produtiva;

. A ausência de marco regulatório específico que disponha sobre os estudos prévios de impacto ambiental do setor fotovoltaico em âmbito nacional para fins de licenciamento;

. A doutrina jurídica define o meio ambiente de forma mais abrangente, englobando as dimensões natural, artificial, cultural e do trabalho.

. Considerar as quatro dimensões de meio ambiente contribui para aperfeiçoar as atividades de diagnóstico ambiental, identificação e mitigação de impactos, monitoramento, controle e proteção ambiental.

2 DEFINIÇÕES

. **Área de Influência:** área geográfica a ser diretamente afetada pelos impactos diretos e indiretos do empreendimento.

. **Diagnóstico ambiental:** descrição e análise dos aspectos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área de influência, antes da implantação do projeto através da completa descrição e análise das dimensões de meio ambiente e suas interações.

. **Impacto ambiental:** qualquer alteração que influencie os elementos constituintes do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem os aspectos naturais, artificiais, culturais e do trabalho.

. **Meio ambiente:** conjunto harmonioso de condições essenciais para a existência de todas as formas de vida. Engloba tanto os aspectos naturais como a atividade antrópica, podendo ser dividido em quatro dimensões: natural, artificial, cultural e trabalho.

. **Meio ambiente natural:** engloba a natureza, considerando os elementos antecessores ao homem. Nessa dimensão estão contemplados os seguintes elementos: solo, água, ar, flora, fauna e a correlação recíproca de cada um destes elementos.

. **Meio ambiente artificial:** engloba elementos tangíveis de criação do homem. Nessa dimensão estão contemplados os seguintes elementos: edifícios urbanos e rurais e equipamentos comunitários (ruas, praças e áreas verdes).

. **Meio ambiente cultural:** engloba elementos tangíveis ou intangíveis que possuam valor de difícil mensuração e de natureza afetiva ao ser humano, não sendo confundido com elementos do meio ambiente natural ou artificial, ainda que estes elementos possam derivar dos referidos conjuntos. Nessa dimensão estão contemplados os seguintes elementos: patrimônio histórico, artístico, paisagístico, ecológico, científico e turístico. Bens materiais (lugares e objetos) e imateriais (idiomas, cultos e costumes).

. **Meio ambiente do trabalho:** engloba os aspectos relacionados à vida laboral do homem. Nessa dimensão estão contemplados os seguintes elementos: local de trabalho, ferramentas, máquinas, agentes químicos, biológicos e físicos, operações, processos e a relação entre trabalhador e meio físico.

3 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

O estudo de impacto ambiental deverá analisar todas as alternativas de concepção, tecnológicas, de localização e de técnicas construtivas previstas, bem como contemplar os impactos sobre a área de influência em todas as fases do empreendimento.

3.1 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental deverá ser realizado para cada uma das alternativas locacionais consideradas. A área de influência deverá consistir numa análise integrada, abrangendo as dimensões natural, artificial, cultural e do trabalho.

3.1.1 Dimensões do meio ambiente

3.1.1.1 Dimensão Natural

- . Geomorfologia;
- . Geologia;
- . Pedologia;
- . Recursos Hídricos;
- . Hidrogeologia;
- . Qualidade do ar;
- . Clima e condições meteorológicas;
- . Flora;
- . Fauna;
- . Interação entre estes elementos.

3.1.1.2 Dimensão Artificial

- . Edificações urbanas (residencial, comercial, industrial e público);
- . Edificações rurais;
- . Infraestrutura urbana (Abastecimento de água, Saneamento básico, sistemas de transportes, malha viária, educação, saúde, comunicação, energia, segurança, etc);
- . Equipamentos comunitários (praças, parques, áreas verdes, espaços de uso comum, etc).

3.1.1.3 Dimensão Cultural

- . Patrimônio histórico;
- . Patrimônio artístico;
- . Patrimônio paisagístico;
- . Patrimônio ecológico;
- . Patrimônio científico;
- . Patrimônio turístico;
- . Bens materiais (lugares e objetos);
- . Bens imateriais (idiomas, cultos e costumes).

3.1.1.4 Dimensão do Trabalho

- . Local físico de atuação dos trabalhadores;
- . Ferramentas e Máquinas de uso dos trabalhadores;
- . Agentes químicos;
- . Agentes biológicos;
- . Agentes físicos;
- . Operações e processos realizados pelos trabalhadores;
- . Interação entre o trabalhador e o meio físico.

3.2 Identificação dos Impactos Ambientais

A identificação dos impactos ambientais deverá ser realizada para cada uma das alternativas locacionais consideradas.

De acordo com as características do projeto e das intervenções necessárias para implantação, deverão ser identificados os possíveis impactos ambientais em todas as fases do empreendimento considerando os elementos do Diagnóstico Ambiental. A identificação dos impactos deverá seguir os tópicos apresentados a seguir, porém não deverá ser restrita a eles.

Ressalta-se ainda que a minuta desta seção contempla somente os impactos ambientais negativos.

3.2.1 Fase de Implantação

A fase de implantação deverá contemplar no mínimo as atividades de elaboração de projeto, estudos ambientais, construção do canteiro de obras, mobilização de equipamentos e mão de obra, instalação dos módulos fotovoltaicos e linhas de transmissão, construção das edificações e instalação dos demais equipamentos, examinando a possibilidade de ocorrer no mínimo os seguintes impactos ambientais:

3.2.1.1 Dimensão Natural

- . Alteração da camada superficial do solo
- . Alteração da dinâmica do solo
- . Alteração do albedo
- . Alteração do relevo
- . Alteração do uso de grande área de terra
- . Alteração física, química e biológica do solo
- . Alterações geotécnicas, morfológicas e pedológicas
- . Compactação do solo
- . Contaminação do solo (Derramamento de óleos, graxas, combustíveis, etc.)
- . Diminuição da superfície de infiltração do solo
- . Geração ou aceleração dos processos erosivos
- . Instabilidade temporária da superfície
- . Alteração do comportamento hídrico
- . Alteração do escoamento das águas superficiais
- . Alteração na recarga do aquífero
- . Alteração no transporte de sedimentos para os corpos hídricos
- . Assoreamento dos cursos d'água
- . Pressão sobre os recursos hídricos
- . Alteração do padrão da qualidade do ar
- . Alteração do regime de ventos regional
- . Aumento da quantidade de partículas em suspensão
- . Emissões atmosféricas de gases e poeira
- . Liberação de carbono sequestrado na vegetação e no solo para a atmosfera
- . Transporte eólico de partículas de solo contaminado
- . Alteração da paisagem pela perda do potencial biótico
- . Degradação da qualidade de habitats
- . Diminuição da biodiversidade local
- . Invasão de espécies exóticas
- . Perda da cobertura vegetal, espécies vegetais, indivíduos arbóreos, entre outros
- . Destruição da biota
- . Redução da produção de alimentos pela ocupação de áreas cultiváveis
- . Redução da variabilidade genética de espécies
- . Acidentes com a fauna terrestre
- . Afugentamento da fauna
- . Alteração da dinâmica do ecossistema
- . Alteração da dinâmica trófica e desequilíbrio dos elos tróficos

- . Aumento da mortalidade de espécimes da fauna terrestre
- . Caça e captura da fauna local
- . Deslocamento de animais selvagens
- . Diminuição de recursos alimentares e de abrigos para a fauna local
- . Perda de habitat para a fauna local
- . Perturbação da fauna
- . Alteração da dinâmica do ecossistema local
- . Alteração do microclima do local
- . Alteração sonora
- . Desconforto Ambiental
- . Diminuição da capacidade de suporte ambiental
- . Emissão de ruídos
- . Emissão de vibrações
- . Geração de resíduos sólidos
- . Geração de Ruídos
- . Riscos de acidentes ambientais

3.2.1.2 Dimensão Artificial

- . Contaminação de reservatório de água pelas partículas em suspensão
- . Interferência nas fundações de edificações no entorno da área de intervenção
- . Possíveis danos ao patrimônio público e mobiliário urbano
- . Urbanização desordenada
- . Desvalorização imobiliária
- . Contaminação dos pontos de captação de águas subterrâneas de propriedades urbanas e rurais
- . Alteração da rede elétrica rural local
- . Aumento do número de acidentes de trânsito
- . Aumento do volume de tráfego viário
- . Danos à malha viária local
- . Degradação das vias de acesso locais
- . Interferência na infraestrutura da cidade
- . Redução da visibilidade em rodovias
- . Aumento na demanda de fornecimento de água tratada
- . Aumento na demanda de coleta de esgoto
- . Aumento na demanda de coleta de resíduos sólidos
- . Aumento da demanda de iluminação pública
- . Aumento da demanda de utilização de áreas verdes e de lazer
- . Comprometimento dos equipamentos urbanos

3.2.1.3 Dimensão Cultural

- . Comprometimento do patrimônio histórico
- . Comprometimento do patrimônio artístico
- . Alteração da paisagem
- . Poluição visual
- . Interferência sobre unidades de conservação
- . Interferência sobre áreas de preservação permanente
- . Interferência sobre áreas de interesse ecológico, científico e turístico
- . Comprometimento do patrimônio arqueológico
- . Riscos ao patrimônio arqueológico não manifesto
- . Alteração das condições de acesso aos patrimônios paisagístico, ecológico e turístico
- . Comprometimento de bens tombados
- . Alteração da organização política da região
- . Alteração da organização religiosa e sociocultural da região
- . Alteração no perfil da população
- . Aumento da demanda por serviços públicos, habitação, infraestrutura e saneamento
- . Aumento da população local
- . Aumento de movimentação nas vias principais e locais.
- . Aumento do custo de vida local
- . Aumento do fluxo de veículos
- . Aumento do índice de criminalidade
- . Aumento do trajeto viários percorrido pela população
- . Conflitos religiosos
- . Conflitos sociais devido ao fluxo de trabalhadores ligados direta ou indiretamente ao empreendimento
- . Decréscimo na oferta de emprego/renda após conclusão das etapas de implantação
- . Decréscimo oferta de emprego/renda após implantação
- . Êxodo rural
- . Expectativa, ansiedade e incertezas da população local
- . Exploração sexual de crianças e adolescentes
- . Fluxo de pessoas direta ou indiretamente atraídas pelo empreendimento
- . Introdução e/ou incremento de doenças endêmicas
- . Interrupções no tráfego de veículos
- . Prostituição na comunidade local
- . Remoção de famílias moradoras do local de instalação do empreendimento e acessos

- . Riscos de acidentes de trânsito
- . Transtornos com o aumento do fluxo de veículos
- . Uso de drogas na comunidade local (aumento do comércio de drogas lícitas e ilícitas)

3.2.1.4 Dimensão do Trabalho

- . Exposição dos trabalhadores em locais insalubres
- . Exposição dos trabalhadores a atividades perigosas
- . Riscos físicos aos quais os trabalhadores são expostos, especialmente ruído, vibrações, radiação não ionizante e calor
- . Riscos químicos aos quais os trabalhadores são expostos, como aerodispersóides, gases, vapores, substâncias compostas e produtos químicos em geral
- . Riscos biológicos aos quais os trabalhadores são expostos, como vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos
- . Riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores são expostos, especialmente esforço físico, levantamento e transporte manual de peso, postura inadequada de trabalho, controle rígido de produtividade e ritmo de trabalho e jornada prolongada
- . Risco de acidentes físicos durante a utilização de máquinas, equipamentos e ferramentas
- . Riscos de choque elétrico
- . Riscos de acidentes de percurso
- . Risco de incêndio ou explosão
- . Risco de acidentes causados por animais peçonhentos
- . Risco de acidentes por queimaduras
- . Risco de queda durante trabalhos em altura

3.2.2 Fase de Operação

A fase de operação deverá contemplar no mínimo as atividades de operação, de manutenção e de monitoramento do Empreendimento de Geração de Energia Solar Fotovoltaica, examinando a possibilidade de ocorrer no mínimo os seguintes impactos ambientais:

3.2.2.1 Dimensão Natural

- . Alteração do uso de grande área de terra
- . Compactação do solo

- . Contaminação do solo (derramamento de óleos, graxas, combustíveis, etc.)
- . Contaminação do solo por resíduos de produtos químicos (inibidores de poeira e herbicidas) e de células fotovoltaicas danificadas
- . Erosão do solo e surgimento de ravinas e voçorocas
- . Geração ou aceleração dos processos erosivos
- . Alteração na recarga do aquífero
- . Alteração no transporte de sedimentos para os corpos hídricos
- . Assoreamento dos cursos d'água
- . Contaminação da água por resíduos de produtos químicos (inibidores de poeira e herbicidas) e de células fotovoltaicas danificadas
- . Geração de efluentes da área administrativa
- . Alteração do fluxo eólico de sedimentos
- . Alteração do regime de ventos regional
- . Emissões atmosféricas de gases e poeira
- . Degradação da qualidade de habitats
- . Invasão de espécies exóticas
- . Redução da produção de alimentos pela ocupação de áreas cultiváveis
- . Redução da variabilidade genética de espécies
- . Aumento da mortalidade de espécimes da fauna terrestre
- . Deslocamento de animais selvagens
- . Alteração do microclima do local
- . Desconforto Ambiental
- . Diminuição da capacidade de suporte ambiental
- . Formação de campo magnético
- . Geração de Ruídos
- . Perturbações e desconforto causado pelo brilho dos módulos fotovoltaicos
- . Risco de incêndio dos módulos fotovoltaicos
- . Riscos de acidentes ambientais

3.2.2.2 Dimensão Artificial

- . Desvalorização imobiliária
- . Contaminação dos pontos de captação de águas subterrâneas de propriedades urbanas e rurais
- . Aumento do número de acidentes de trânsito
- . Degradação das vias de acesso locais
- . Redução da visibilidade em rodovias

3.2.2.3 Dimensão Cultural

- . Alteração da paisagem
- . Poluição visual
- . Alteração das condições de acesso aos patrimônios paisagístico, ecológico e turístico
- . Alteração da organização política da região
- . Conflitos sociais devido ao fluxo de trabalhadores ligados direta ou indiretamente ao empreendimento
- . Decréscimo da circulação de moeda após a implantação
- . Geração de bolsões de pobreza após a implantação
- . Introdução e/ou incremento de doenças endêmicas
- . Riscos de acidentes de trânsito

3.2.2.4 Dimensão do Trabalho

- . Exposição dos trabalhadores a locais insalubres
- . Exposição dos trabalhadores a atividades perigosas
- . Risco físicos aos quais os trabalhadores são expostos, especialmente ruído, vibrações, radiação não ionizante e calor
- . Riscos químicos aos quais os trabalhadores são expostos, como aerodispersóides, gases, vapores, substâncias compostas e produtos químicos em geral
- . Riscos biológicos aos quais os trabalhadores são expostos, como vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos.
- . Riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores são expostos, especialmente esforço físico, levantamento e transporte manual de peso, postura inadequada de trabalho, controle rígido de produtividade e ritmo de trabalho e jornada prolongada
- . Risco de acidentes físicos durante a utilização de máquinas, equipamentos e ferramentas
- . Riscos de choque elétrico
- . Riscos de acidentes de percurso
- . Risco de incêndio ou explosão
- . Risco de acidentes causados por animais peçonhentos
- . Risco de acidentes por queimaduras
- . Risco de queda durante trabalhos em altura

3.2.3 Fase de Desativação

A fase de desativação deverá contemplar no mínimo as atividades de descarte dos equipamentos, de desmonte das estruturas

físicas e de recuperação das características ambientais, examinando a possibilidade de ocorrer no mínimo os seguintes impactos ambientais:

3.2.3.1 Dimensão Natural

- . Erosão do solo e surgimento de ravinas e voçorocas
- . Geração de resíduos sólidos (parcela não reciclada dos módulos fotovoltaicos, inversores e demais equipamentos)
- . Geração ou aceleração dos processos erosivos
- . Assoreamento dos cursos d'água
- . Aumento da quantidade de partículas em suspensão
- . Emissões atmosféricas de gases e poeira
- . Transporte eólico de partículas de solo possivelmente contaminado
- . Emissão de ruídos
- . Emissão de vibrações
- . Geração de resíduos sólidos
- . Geração de ruídos
- . Riscos de acidentes ambientais

3.2.3.2 Dimensão Artificial

- . Contaminação de reservatório de água pelas partículas em suspensão
- . Interferência na fundação nas fundações de edificações no entorno da área de intervenção
- . Possíveis danos ao patrimônio público e mobiliário urbano
- . Desvalorização imobiliária
- . Contaminação dos pontos de captação de águas subterrâneas de propriedades urbanas e rurais
- . Aumento do número de acidentes de trânsito
- . Aumento do volume de tráfego viário
- . Danos à malha viária local
- . Degradação das vias de acesso locais
- . Interferência na infraestrutura da cidade
- . Redução da visibilidade em rodovias
- . Aumento na demanda de fornecimento de água tratada
- . Aumento na demanda de coleta de esgoto
- . Aumento na demanda de coleta de resíduos sólidos
- . Aumento da demanda de iluminação pública
- . Aumento da demanda de utilização de áreas verdes e de lazer
- . Comprometimento dos equipamentos urbanos

3.2.3.3 Dimensão Cultural

- . Comprometimento do patrimônio histórico
- . Comprometimento do patrimônio artístico
- . Alteração da paisagem
- . Interferência sobre unidades de conservação
- . Interferência sobre áreas de preservação permanente
- . Interferência sobre áreas de interesse ecológico, científico e turístico
- . Comprometimento do patrimônio arqueológico
- . Riscos ao patrimônio arqueológico não manifesto
- . Alteração das condições de acesso aos patrimônios paisagístico, ecológico e turístico
- . Comprometimento de bens tombados
- . Alteração da organização religiosa e sociocultural da região
- . Alteração no perfil da população
- . Aumento da demanda por serviços públicos, habitação, infraestrutura e saneamento
- . Aumento da população local
- . Aumento de movimentação nas vias principais e locais
- . Aumento do custo de vida local
- . Aumento do fluxo de veículos
- . Aumento do índice de criminalidade
- . Aumento do trajeto viários percorrido pela população
- . Conflitos religiosos
- . Conflitos sociais devido ao fluxo de trabalhadores ligados direta ou indiretamente ao empreendimento
- . Decréscimo na oferta de emprego/renda com a conclusão das etapas de implantação e desativação
- . Decréscimo oferta de emprego/renda após implantação e desativação
- . Expectativa, ansiedade e incertezas da população local
- . Exploração sexual de crianças e adolescentes
- . Fluxo de pessoas direta ou indiretamente atraídas pelo empreendimento
- . Geração de bolsões de pobreza após a desativação
- . Introdução e/ou incremento de doenças endêmicas
- . Interrupções no tráfego de veículos
- . Prostituição na comunidade local
- . Redução da receita das famílias moradoras decorrentes do término do contrato de arrendamento de terras
- . Redução da arrecadação do município e desaquecimento da economia
- . Riscos de acidentes de trânsito

- . Risco de invasão da área após desativação
- . Transtornos com o aumento do fluxo de veículos
- . Uso de drogas na comunidade local (aumento do comércio de drogas lícitas e ilícitas)

3.2.3.4 Dimensão Cultural

- . Exposição dos trabalhadores a locais insalubres
- . Exposição dos trabalhadores a atividades perigosas
- . Riscos físicos aos quais os trabalhadores são expostos, especialmente ruído, vibrações, radiação não ionizante e calor
- . Riscos químicos aos quais os trabalhadores são expostos, como aerodispersóides, gases, vapores, substâncias compostas e produtos químicos em geral
- . Riscos biológicos aos quais os trabalhadores são expostos, como vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos
- . Riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores são expostos, especialmente esforço físico, levantamento e transporte manual de peso, postura inadequada de trabalho, controle rígido de produtividade e ritmo de trabalho e jornada prolongada
- . Risco de acidentes físicos durante a utilização de máquinas, equipamentos e ferramentas
- . Riscos de choque elétrico
- . Riscos de acidentes de percurso
- . Risco de incêndio ou explosão
- . Risco de acidentes causados por animais peçonhentos
- . Risco de acidentes por queimaduras
- . Risco de queda durante trabalhos em altura

5 CONCLUSÃO

Conforme proposto, o presente trabalho buscou avaliar se o conceito jurídico de meio ambiente em suas diferentes dimensões está integralmente contemplado em trabalhos da literatura, no conteúdo dos estudos de impacto ao meio ambiente previstos na legislação, bem como presentes em diferentes categorias de estudos prévios para fins de licenciamento de empreendimentos fotovoltaicos, com vistas a contribuir para o aperfeiçoamento das pesquisas científicas e do ordenamento jurídico e consequente proteção do meio ambiente impactado por este setor.

O conceito de meio ambiente assume diversas formas, de acordo com a área em que está inserido. Neste trabalho, identificou-se que as definições extraídas das ciências ambientais e da legislação vigente, são menos abrangentes que aquela existente na doutrina jurídica. Para os autores modernos, em suma, o meio ambiente pode ser definido em quatro dimensões: natural, artificial, cultural e do trabalho, enquanto a legislação dá maior enfoque ao aspecto natural, assim como ocorre nas ciências ambientais.

Essa disparidade evidencia o descompasso entre a legislação e a doutrina contemporânea e também na interação entre as ciências jurídicas e ambientais. Conforme demonstrado nesta pesquisa, essa ocorrência pode gerar prejuízos ao meio ambiente durante os processos de desenvolvimentos tecnológicos, como é o caso da vertiginosa expansão do setor fotovoltaico no país.

O referido setor, até 2014 restringia-se às centrais de baixa potência (até 5MW). Essas geralmente foram implantadas com finalidade de estudos e algumas pequenas instalações para geração distribuída ou como solução energética em locais isolados, todas elas sem representatividade na matriz energética brasileira.

A realização do primeiro leilão específico de energia solar fotovoltaica em outubro de 2014 e outros subsequentes, aliada a políticas públicas para o fomento da geração de energia limpa e renovável, criaram as condições necessárias que liberaram o setor fotovoltaico da inércia em território brasileiro. Entre o segundo semestre de 2014 e o primeiro semestre de 2018, a potência instalada aumentou cerca de 1 GW de potência e já se encontra em fase de estudos a implantação de inúmeras outras centrais fotovoltaicas com potência total de 1,6 GW.

Embora seja considerada uma alternativa menos poluidora, este estudo demonstrou que o setor fotovoltaico causa impactos ambientais

negativos sobre as diferentes dimensões de meio ambiente, e que muitos deles são negligenciados devido à falta de efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente na literatura, legislação e por consequência nos estudos de impacto ambiental.

A literatura direciona maior ênfase para o meio ambiente natural, seguido pelo cultural, à medida que é rasa para as dimensões artificial e trabalho. Quanto à legislação, constatou-se que esta aborda a dimensão natural integralmente, porém a cultural está parcialmente abrangida enquanto existe omissão nas dimensões artificial e trabalho. Por último, porém não diferente, os estudos de impactos ambientais dos empreendimentos selecionados, que são um reflexo dos grupos anteriores, abordam de maneira profunda os aspectos naturais, porém são incompletos no meio ambiente cultural e praticamente omissos nas dimensões artificial e do trabalho.

Dessa forma, foi possível concluir que a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente em suas diferentes dimensões está parcialmente contemplada nas pesquisas científicas, no conteúdo dos estudos de impacto ambiental previstos na legislação e presentes nos documentos de empreendimentos fotovoltaicos aqui selecionados e avaliados. Dentre as quatro dimensões, a natural está integralmente contemplada, enquanto as dimensões cultural, artificial e do trabalho estão parcialmente inseridas, em maior ou menor grau. Essas omissões implicam na adequada proteção do meio ambiente e eficiente promoção da qualidade de vida.

Atualmente, não existe instrumento legal em nível nacional de previsão de estudos prévios de impacto ambiental direcionado especificamente para o setor fotovoltaico, sendo o mesmo regulado por legislação geral, que, conforme já descrito, não contempla todas as quatro dimensões de meio ambiente, conforme conceito jurídico. Assim, é possível inferir que esta falta de previsão de todas as dimensões na legislação, aliada à ausência de instrumento legal específico e pesquisas científicas mais abrangentes para o setor incorreria na realização de estudos de impactos ambientais inadequados, com consequente comprometimento do meio ambiente atingido por esta atividade econômica.

A partir dos resultados obtidos, inferiu-se que é necessário o aperfeiçoamento dos dispositivos que definem o conteúdo ambiental mínimo de estudos de impacto ambiental, notadamente do setor fotovoltaico. Sendo assim, verificou-se a necessidade de pesquisas científicas que avaliem especificamente os impactos ambientais gerados

por centrais fotovoltaicas considerando as quatro dimensões de meio ambiente.

Além disso, por inexistir instrumento legal, em nível nacional, de previsão de estudos prévios de impacto ambiental direcionado especificamente para o setor fotovoltaico, foi proposta uma alternativa, por meio de um conteúdo mínimo que pode ser incorporado em um Termo de Referência, com a efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente em estudos de impacto ambiental do setor fotovoltaico, com vistas ao aperfeiçoamento da legislação. A criação deste conteúdo mínimo proporcionou para este trabalho científico um caráter contributivo, pois, além de identificar e analisar algumas omissões jurídicas existentes na legislação ambiental, também propôs uma alternativa possível de ser implantada.

O objetivo desta proposta de conteúdo mínimo foi contemplar as diferentes dimensões do conceito jurídico, visando dirimir lacunas e fragilidades dos instrumentos jurídicos. Através do aperfeiçoamento legal, entende-se que se estará contribuindo para a prevenção, precaução e mitigação dos danos ambientais causados pelo setor fotovoltaico e também poderá servir de modelo, fonte de dados e inspiração para outros setores econômicos, com conseqüente promoção da proteção ambiental.

Sugerem-se ainda estudos em complementação a este trabalho, tal como a verificação da efetiva inserção do conceito jurídico de meio ambiente nos estudos de impacto ambiental de usinas de geração de energia elétrica de outros setores (hidrelétrico, termelétrico, biomassa, etc.). Outra pesquisa que poderá ser desenvolvida a partir desta é a definição de métricas e indicadores para cada um dos possíveis impactos ambientais de empreendimentos fotovoltaicos. Nesse mesmo sentido, ainda como sugestão de trabalho científico complementar, tem-se a continuidade da elaboração do termo de referência parcialmente proposto neste trabalho, com as demais seções e requisitos necessários de um TR, por exemplo, dados gerais e definição do arranjo geral do empreendimento, alternativa locacionais e tecnológicas, estudo de viabilidade técnico-econômica, definição da área de estudo, medidas mitigadoras e compensatórias, programa de acompanhamento e monitoramento, entre outros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informação de Geração**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 24 fev. 2018.

ANTUNES, Paulo de B. **Direito ambiental**. 17. ed. São Paulo: Atlas, 2015. xxxiii, 1422 p.

ART, W. H. **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. São Paulo: UNESP/Melhoramentos, 1998. 583p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira**. São Paulo: ABINEE, 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf> . Acesso em: 02 abr. 2016

BAIDAO Silicon Metal Industry Co.,Ltd. **Sítio da BAIDAO**. Disponível em: <http://www.siliconmetal.net>. Acesso em 02 abr. 2016.

BEIGELMAN, Bruno Boaventura. **A Energia Solar Fotovoltaica e a Aplicação na Usina Solar de Tauá**. 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Sítio do BNDES**. Disponível em <http://www.bndes.gov.br>. Acessado em 27 mar. 2016.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 02 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 25 mar. 2016.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 25 mar. 2016.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2010. 544 p.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 28 dez. 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=107>. Acesso em: 16 fev. 2017.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 25 mar. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 25 mar. 2016

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 29 jun. 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=277>. Acesso em: 07 maio 2016.

BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 184, de 17 de julho de 2008. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. 18 jul. 2008. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_no_rmativa/2008/in_ibama_184_2008_licenciamentoambientalfederal_revg_in_65_2005_altrd_in_ibama_14_2011.pdf. Acesso em: 18 jan. 2017.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 462, de 24 de julho de 2014. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 25 jul. 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res14/Resol462.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2017.

CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; MESQUITA, Pedro Paulo Dias; ROCIO, Marco Aurélio Ramalho. **A rota metalúrgica de produção de silício grau solar: uma oportunidade para a indústria brasileira?** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 40, p. 205-233, set. 2014. Disponível em: <<http://pergamum/docs/000026/000026C0.pdf>>. Acesso em : 02 abr. 2016.

CERQUEIRA-SANTOS, Elder et al . Sexualidade do trabalhador da construção civil: percepções sobre a exploração sexual de crianças e adolescentes. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 25, n. 3, p. 578-587, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722012000300018&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 30 Abr. 2016.

CINTRÃO, Ronaldo Bojart. **Barreira ao Uso e Instalação de Sistemas Fotovoltaicos Descentralizados na Capital de São Paulo**. 2014. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético, Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CHIABRANDO, Roberto; FABRIZIO, Enrico; GARNERO, Gabriele. The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, p. 2441-2451, 2009.

CHIPSETC. **Sítio da Chipsetc**. Disponível em: <http://www.chipsetc.com>. Acesso em 02 abr. 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Sítio da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)**. Disponível em <http://www.sabesp.com.br>. Acessado em 26 mar. 2016.

CORCELLI, Fabiana et al. (*in press*). Sustainable urban electricity supply chain – Indicators of material recovery and energy savings from crystalline silicon photovoltaic panels end-of-life. **Ecological Indicators**.

COSTA, Ricardo Cunha da; PIEROBON, Ernesto Costa. Leilão de energia nova: análise da sistemática e dos resultados. **Bndes Setorial**, Rio de Janeiro, n. 27, p.39-58, mar. 2008.

ELY, Fernando; SWART, Jacobus W. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. **O Setor Elétrico**, São Paulo, n. 105, p.138-139, out. 2014. Mensal.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf. Acesso em: 24 fev. 2018.

FARIAS, Talden Queiroz. O conceito jurídico de meio ambiente. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, IX, n. 35, dez 2006. Disponível em: http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1546. Acesso em: 25 mar. 2016.

FIORILLO, Celso A. Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 15. ed. São Paulo, 2014. 1005p.

GRISI, Breno M. **Glossário de Ecologia e Ciências Ambientais**. 3. ed. João Pessoa, 2007. 275 p.

GROTH, Júlio Augusto. **Usina de Geração Fotovoltaica**. 2013. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FONTOURA, Yuna Souza dos Reis da. Rio+20 ou Rio-20? Crônica de um Fracasso Anunciado. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.15, n. 3, p.19-39, set. 2012.

HERNANDEZ, R.R et al. Environmental impacts of utility-scale solar energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 29, p. 766–779, 2014.

HINRICH, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e meio ambiente**. 3. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 543 p.

ILICETO, Alberto; SARDI, Luigi. Electricity from the sun: The largest photovoltaic plants in operation in Italy. **Renewable Energy**, v. 8, p. 77-84, 1996.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. In: III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005, Campinas - Brasil. **Anais do III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, 2005.

LACCHINI, Corrado; RÜTHER, Ricardo. The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. **Renewable Energy**, v. 83, p. 786-798, 2015.

LANDEIRA, Juan Lourenço Fandino. **Análise técnico-econômica sobre a viabilidade de implantação de sistemas de geração fotovoltaica distribuída no Brasil**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

LATUNUSSA, Cynthia E. L. et al. (*in press*). Life Cycle Assessment of an innovative recycling process for crystalline silicon photovoltaic panels. **Solar Energy Materials & Solar Cells**.

MACHADO, C.T.; MIRANDA, F.S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, 2015. 7(1), 126-143.

MASOUMIAN, M.; KOPACEK, P. End-of-Life Management of Photovoltaic Modules. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, p. 162-167, 2015.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 10. ed. São Paulo. Editora Revista dos Tribunais, 2015. 1707p.

MINAS GERAIS. Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980. Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. **Diário do Executivo - "Minas Gerais"**. Belo Horizonte (MG), 8 set. 1980. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5407>. Acesso em: 06 jun. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília, 2015. Disponível em <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>. Acesso em 19 mar. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. Brasília, 2017a. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/PDE2026.pdf>. Acesso em 24 fev. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Sítio do MME**. 2017b. Disponível em http://www.mme.gov.br/programas/leiloes_de_energia/menu/inicio.html. Acesso em 20 fev. 2017.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos – SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017. 88p.

PINHO, J. Tavares; GALDINO, M. Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, mar. 2014. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em 14 abr. 2016.

QUEIROZ, Adriana Renata Sathler de; MOTTA-VEIGA, Marcelo. Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1387-1398, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600002&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 01 mai 2016.

RIO DE JANEIRO. Decreto-Lei nº 134, de 16 de junho de 1975. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. **Diário oficial do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro (RJ), 16 jun. 1975. Disponível em: http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=25785&hTexto=&Hid_IDNorma=25785. Acesso em: 06 jun. 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 7.488, de 14 de janeiro de 1981. Dispõe sobre a Proteção do Meio- Ambiente e o controle da poluição e dá outras providências. **Diário Oficial do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre (RS), 14 jan. 1981. Disponível em: http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=25785&hTexto=&Hid_IDNorma=25785. Acesso em: 06 jun. 2016.

SANTA CATRINA. Lei nº 5.793, de 16 de outubro de 1980. Dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências. **Diário oficial do Estado de Santa Catarina**. Poder Executivo, Florianópolis (SC), 16 out. 1980. Disponível em: http://www.fepema.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=88. Acesso em: 14 maio 2016.

SÃO PAULO. Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Diário oficial do Estado de São Paulo**. Poder Executivo, São Paulo (SP), 21 mar. 1997. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9509-20.03.1997.html>. Acesso em: 03 nov. 2018.

SILVA, Benedicto. A vez de um pacto planetário. **Revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 64-75, abr. 1993.

SILVA, José A. da. **Direito Ambiental Constitucional**. 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2013. 374p.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental**. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 1000p.

STREET, Alexandre. A crise energética de 2015. **Jornal Valor Econômico**. Versão online, 24/02/2015. Disponível em <http://www.valor.com.br/opiniaio/3922020/crise-energetica-de-2015>. Acessado em 26 mar. 2015.

TSOUTSOS, Theocharis; FRANTZESKAKI, Niki; GEKAS, Vassilis. Environmental impacts from the solar energy technologies. **Energy Policy**, v. 33, p. 289-296, 2005.

UNITED NATIONS. **Adoption of the Paris Agreement**. 2015a. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2016.

UNITED NATIONS. **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment**. 1972. Disponível em: <http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?documentid=97&articleid=1503>. Acesso em: 09 dez. 2016.

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2016.

UNITED NATIONS. **Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development**. 2015b. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2017.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral commodity summaries 2016**: United States Geological Survey. 2016. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.