



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL

**ELLEN MIRELY DE ALMEIDA SOUSA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA  
DE FONTES EÓLICA E SOLAR: ESTUDO COMPARATIVO DE RELATÓRIOS DE  
IMPACTO AMBIENTAL**

**POMBAL – PB**

**2021**

**ELLEN MIRELY DE ALMEIDA SOUSA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA  
DE FONTES EÓLICA E SOLAR: ESTUDO COMPARATIVO DE RELATÓRIOS DE  
IMPACTO AMBIENTAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

**Orientador:** Prof. Dr. André Sobral

**POMBAL-PB**

**2021**

S725i Sousa, Ellen Mirely de Almeida.

Impactos ambientais de empreendimentos de geração de energia de fontes eólica e solar: estudo comparativo de relatórios de impacto ambiental / Ellen Mirely de Almeida Sousa. – Pombal, 2022.

52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

“Orientação: Prof. Dr. André Sobral”.

Referências.

1. Energia renovável. 2. Impacto ambiental. 3. Medidas mitigadoras. I. Sobral, André. II. Título.

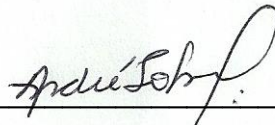
CDU 620.92(043)

**ELLEN MIRELY DE ALMEIDA SOUSA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA  
DE FONTES EÓLICA E SOLAR: ESTUDO COMPARATIVO DE RELATÓRIOS DE  
IMPACTO AMBIENTAL**

Aprovado em 23/12/2021

**COMISSÃO EXAMINADORA:**



---

Prof. Dr. André Sobral

Orientador – Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Pombal*



---

Profa. Dra. Ricélia Maria Marinho Sales

Examinadora Interna – Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Pombal*



---

Profa. Ma. Tatiane Carolyne Carneiro

Examinadora Externa – Universidade Federal do Maranhão – *Campus Balsas*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, que sempre me guiou pelo caminho certo, iluminou minha mente nos momentos difíceis, dando-me força e coragem para chegar até aqui. Sem Ele, eu não seria e nem conseguiria absolutamente nada.

Aos meus pais Maria do Socorro e Almir Santos, por sempre estarem do meu lado, nos momentos fáceis e difíceis, nunca medindo esforços para contribuírem na minha jornada.

Aos meus avós Damiana Pereira e Augusto Carreiro, que me ajudaram com palavras de incentivos para que eu nunca desistisse de nada.

Aos meus amigos, em especial a Otanildo Amaral, que sempre esteve comigo desde o início, aqueles que também contribuíram de alguma forma na minha formação, com várias madrugadas de estudos e momentos maravilhosos que levarei para sempre junto comigo.

Ao meu professor e orientador, André Sobral, por ter aceitado meu convite e dedicado seu tempo para me ajudar a realizar esse sonho; sem os seus conhecimentos e ajuda não teria chegado tão longe.

A todos os meus professores do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Pombal*, que me ensinaram da melhor forma possível; todo conhecimento que tenho hoje, dedico a eles.

Gratidão a todos os envolvidos, a todas as pessoas que contribuíram para a construção de quem eu sou, e para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. <i>Geral .....</i>	12
2.2. <i>Específicos .....</i>	12
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
3.1. <i>Energia de fontes alternativas .....</i>	13
3.1.1. <i>Energia Eólica .....</i>	14
3.1.2. <i>Energia Solar .....</i>	17
3.2. <i>EIA/RIMA .....</i>	17
3.3. <i>Impactos ambientais de empreendimentos de Energia Eólica .....</i>	18
3.4. <i>Impactos ambientais de empreendimentos de Energia Solar .....</i>	19
3.5. <i>Medidas mitigadoras .....</i>	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
5.1. <i>Análise dos RIMAS .....</i>	22
5.2. <i>Análise de impactos referentes à Energia Eólica .....</i>	23
5.3. <i>Análise de impactos referentes à Energia Solar .....</i>	29
5.4. <i>Medidas mitigadoras dos impactos encontrados nos RIMAS .....</i>	33
5.4.1. <i>Solo, ar e água .....</i>	33
5.4.2. <i>Fauna e flora .....</i>	35
5.4.3. <i>Socioeconômico .....</i>	36
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

Sousa, Ellen Mirely de Almeida. **Impactos ambientais de empreendimentos de geração de energia de fontes eólica e solar: estudo comparativo de relatórios de impacto ambiental**. 2021. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2021.

## **RESUMO**

Energia renovável é toda energia proveniente de recursos naturais inesgotáveis, como sol e vento, para suprir a demanda populacional. Esses tipos de alternativas contribuem para complementar as fontes hidrelétricas, pois em algum momento essa mesma fonte não irá suprir toda a demanda, sendo viável a busca por fontes renováveis. Além de serem consideradas limpas e promissoras, essas fontes renováveis também apresentam impactos ambientais, só que diferente das fontes tradicionais, essas agredem bem menos o meio ambiente, conseqüentemente gerando menos impactos negativos. Pode-se citar como impactos ambientais: alteração visual, erosão do solo, emissões de ruídos, contaminação do ar e água, morte de animais e entre outros que são ocasionados devido a instalação de parques eólicos e usinas solares fotovoltaicas. Uma alternativa de mitigação desses impactos é instalar os mesmos em locais afastados da comunidade local, assim não perturbando os moradores, como também, medidas de manejo e manutenção adequadas das máquinas, proporcionando o meio equilibrado. Para a realização deste estudo foram realizadas buscas no Google Acadêmico, Scielo e Portal Periódicos da CAPES seguindo combinações como: “energia eólica” e “impactos” e “energia solar” e “impactos”, em que foram selecionados os conteúdos que compuseram essa pesquisa acadêmica. Portanto, os Relatórios de Impacto Ambiental encontrados, foram de extrema importância para assegurar a instalação ou não de empreendimentos de geração eólica e solar.

**Palavras-Chave:** Energia renovável, Impacto ambiental, Medidas mitigadoras.

Sousa, Ellen Mirely de Almeida. **Impactos ambientais de empreendimentos de geração de energia de fontes eólica e solar: estudo comparativo de relatórios de impacto ambiental**. 2021. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2021.

### **ABSTRACT**

Renewable energy is energy from inexhaustible natural resources, such as sun and wind, to meet population demand. These types of alternatives contribute to complement the hydroelectric sources, because at some point this same source will not supply all the demand, being viable the search for renewable sources. In addition to being considered clean and promising, these renewable sources also have environmental impacts, but unlike traditional sources, they harm the environment much less, consequently generating less negative impacts. Environmental impacts can be mentioned: visual alteration, soil erosion, noise emissions, air and water contamination, death of animals and among others that are caused due to the installation of wind farms and photovoltaic solar plants. An alternative to mitigate these impacts is to install them in places far from the local community, thus not disturbing the residents, as well as adequate handling and maintenance measures for the machines, providing a balanced environment. To carry out this study, searches were carried out on Google Scholar, Scielo and CAPES Periodicals Portal following combinations such as: "wind energy" and "impacts" and "solar energy" and "impacts", in which the contents that composed this research were selected. academic. Therefore, the Environmental Impact Reports found were extremely important to ensure the installation or not of wind and solar generation projects.

**Keywords:** Renewable energy, Environmental impact, Mitigating measures.



## 1. INTRODUÇÃO

Desde o período Neolítico, quando o ser humano possuía hábito nômade, já havia a necessidade de usar os recursos naturais, pois estes eram a base de sua sobrevivência. O processo de interação homem-natureza ao longo de milênios contribuiu para moldar a evolução da espécie humana e a intensidade dessa interação levou ao processo de criação da civilização tal como a conhecemos hoje, como o desenvolvimento da agricultura e a construção dos primeiros assentamentos humanos – vilas e cidades. Após um longo período de desenvolvimento da civilização baseada na exploração dos recursos naturais, somente a partir da década de 1960 é que se intensificaram, em diferentes países, as discussões a respeito dos impactos gerados pelo homem ao meio ambiente, impactos estes em que o homem revela ao decorrer dos anos um modo de produzir cada vez mais de maneira insustentável (ALBURQUERQUE, 2007). No mais, esses impactos ambientais não seriam apenas ocasionados pelo homem, mas através dele, estes seriam intensificados (OLIVEIRA et al. 2012).

Embora escassas, as discussões teóricas sobre o impacto das atividades humanas com relação à degradação e menor disponibilidade dos recursos naturais que datam no século XVIII, os problemas ambientais são mais um problema criado pela humanidade, na busca de sua evolução (MENDONÇA, 2005). Não obstante, de acordo com o economista Thomas Malthus (1798) a correlação entre aumento populacional e maior demanda por alimentos e terras para a expansão agrícola é um meio de se extrair mais recursos naturais. Logo, para não comprometer as gerações futuras, seria necessário adotar medidas mitigadoras com o objetivo de utilizar de forma mais racional os recursos naturais para atender as diferentes necessidades humanas, entre elas, a geração de energia elétrica.

Energia elétrica é um insumo essencial para a sobrevivência humana cotidiana e um recurso estratégico, uma vez que virtualmente todas as atividades produtivas, das mais simples às mais complexas, dependem de energia, seja na forma de combustíveis ou na forma de energia elétrica (HINRICHS et al. 2017).

Ao mesmo tempo em que é um recurso essencial para a humanidade, a exploração dos recursos naturais para a geração de energia tem sido apontada como uma das principais contribuições humanas para a emissão dos gases de efeito

estufa que influenciam nas mudanças climáticas globais que o mundo tem vivenciado nos últimos 30 anos. De modo geral, a maioria dos países em todo o mundo utilizam fontes não renováveis de energia como insumo para a produção de energia elétrica e combustível, como o carvão mineral, o petróleo e o gás natural (FREITAS E DATHEIN, 2013). Como a própria classificação sugere, são recursos energéticos que poderão se esgotar em um futuro próximo, pois os estoques estão diminuindo e a extração das quantidades remanescentes se tornará cada vez mais cara. Além disso, há um movimento crescente na sociedade que defende uma mudança de paradigma energético, baseada na transição da utilização de fontes energéticas poluidoras para fontes energéticas renováveis, como água, sol, vento e força motriz das ondas e das marés (HINRICHS et al. 2017).

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à diversidade de matriz elétrica. Grande parte da energia elétrica gerada no país é oriunda de fontes renováveis, como a hidroeletricidade, assim retomando o exposto, conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021), o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável totalizando 82,69%, em que 47,69% corresponde a geração eólica e 10,90% corresponde a solar.

Desde a década de 1970 o Brasil investe massivamente na exploração de grandes bacias hidrográficas para a geração de energia a fim de atender a grande parte da população brasileira nas cinco regiões. Entretanto, uma conjunção de fatores, como a diminuição de locais apropriados para a construção de grandes hidrelétricas, aumento dos conflitos socioambientais envolvendo esses empreendimentos e a incerteza dos regimes de chuvas observados nos últimos anos, tem demonstrado continuar concentrando grande parte da geração de energia elétrica nesse tipo de tecnologia não é uma decisão estratégica adequada (INEEP, 2021).

Para diminuir a dependência de uma única fonte energética, muitos países, inclusive o Brasil, têm apostado na expansão da utilização de outras fontes energéticas consideradas alternativas, como as energias eólica e solar (EPE, 2017). Elas assumem um papel importante, pois possuem um baixo impacto ao meio ambiente e atuam de forma complementar às outras fontes energéticas (OLIVEIRA, 2012). Assim, a energia solar tem apresentado forte crescimento dentre as renováveis, em que por meio da captação da radiação solar gera-se energia limpa e

segura podendo ser aplicada na forma de geração concentrada, em grandes usinas solares, ou na forma distribuída, onde cada consumidor pode gerar sua própria energia. Ademais, além desta, tem a eólica, energia proveniente dos ventos, para essa produção de energia são utilizadas turbinas eólicas, conhecidas como aerogeradores. Portanto, essas energias de fontes alternativas citadas, contribuem para diminuição ou eliminação dos impactos ambientais, promovendo o equilíbrio do meio ambiente e conseqüentemente o bem-estar de todos.

Os benefícios da utilização de fontes alternativas e sustentáveis para a geração de energia elétrica são muitos e inesgotáveis, entretanto, assim como toda atividade humana, existe o potencial de geração de impactos ambientais e sociais negativos que precisam ser conhecidos e estudados a fim de se garantir a sustentabilidade das fontes renováveis de energia. Que impactos a geração eólica e solar de energia podem ter sobre a fauna e a flora de uma região? Que conseqüências, de médio e longo prazo, a alteração e/ou destruição de habitats podem ter sobre a biodiversidade? Quais são os riscos físicos e químicos da utilização e descarte de componentes utilizados na implantação e operação de aerogeradores e painéis fotovoltaicos? Quais são os impactos da instalação e operação dessas tecnologias nos compartimentos ambientais solo, ar e água? Essas são algumas das perguntas que precisam ser respondidas através de estudos de longo prazo para entendermos melhor esses fenômenos e propor soluções inovadoras que permitam conciliar a produção de energia renovável com a manutenção dos ecossistemas, da biodiversidade e do bem-estar das populações humanas.

Portanto, o presente trabalho de conclusão de curso, tem o objetivo de realizar uma pesquisa em estudos e relatórios de impactos ambientais (EIA/RIMA), produzidos por empresas brasileiras, que operam ou que pretendem operar empreendimentos de geração de energia eólica e solar e analisar estatisticamente quais são os impactos ambientais e sociais que são listados com mais frequência em todas as fases dos empreendimentos em diferentes localidades do País. Os dados encontrados serão discutidos a partir do que a produção científica atual tem apresentado como principais impactos ambientais e sociais desse tipo de empreendimento. Por fim, e com base nos resultados encontrados, serão

apresentadas propostas para mitigar esses impactos e contribuir para a geração de conhecimento na área de energias eólica e solar.

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1. Geral*

Analisar quais são os impactos ambientais, efetivos e potenciais, de empreendimentos para geração de energia elétrica a partir de fontes eólicas e solares identificados em estudos e relatórios de impacto ambiental.

### *2.2. Específicos*

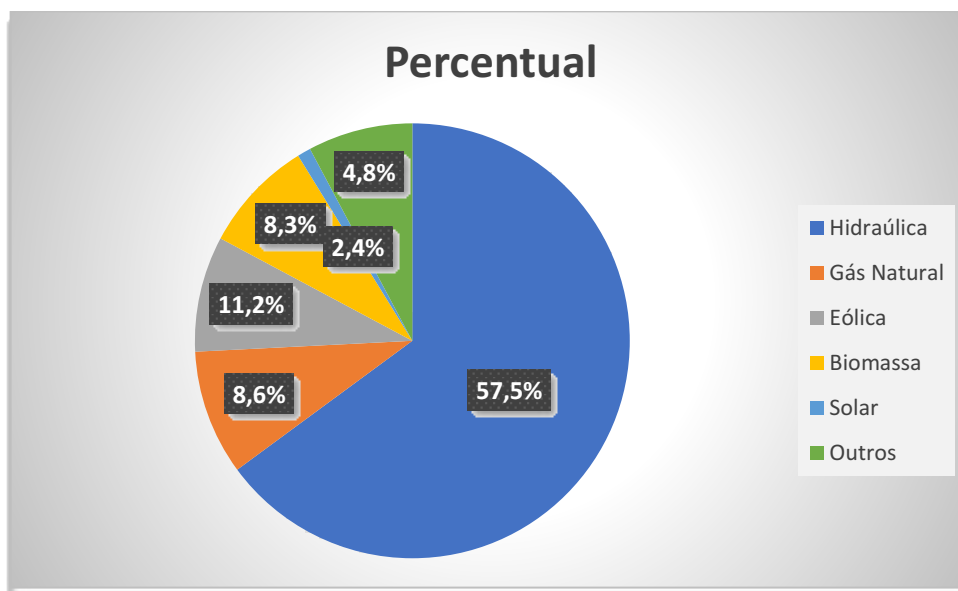
- 1) Realizar revisão sistemática de estudos e respectivos relatórios de impacto ambiental (EIA/RIMA) de empreendimentos para geração de energia eólica e solar.
- 2) Caracterizar os impactos ambientais identificados nos relatórios para cada uma das fases dos empreendimentos de acordo com o meio em que ocorrem (físico, biótico e socioeconômico).
- 3) Analisar as medidas mitigadoras e de compensação atualmente propostas para reduzir ou eliminar os impactos ambientais identificados.
- 4) Analisar, quantitativamente os impactos ambientais identificados e as medidas mitigadoras e de compensação atualmente propostas que mais se destacam nos relatórios de impacto ambiental para cada uma das fases dos empreendimentos.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Geração de energia elétrica por fontes alternativas

A eletricidade é de extrema importância e indispensável no nosso dia a dia, faz-se ou é necessário analisar de onde vem sua extração. A geração de energia se dá por meio de recursos naturais, sejam esses recursos renováveis ou não, renováveis que através das fontes primárias como sol e vento geram energia de menos impacto ambiental, já os não renováveis como o petróleo, carvão e gás natural são fontes que liberam gases poluentes, prejudicando a atmosfera, assim ocasionando o famoso efeito estufa (NASCIMENTO, 2016). Não é de hoje que sabemos que boa parte do consumo de energia é proveniente da água, isso mostra de acordo com as fontes de energia nacional brasileira da matriz elétrica, em que corresponde com cerca de 57,5% Hidráulica; 8,6% Gás Natural; 11,2% Eólica; 8,3% Biomassa e 2,4% Solar, representado no gráfico 1.

Gráfico 1- Matriz Elétrica Brasileira



Fonte: ABSOLAR, 2022 (Adaptado)

Muitos países adotaram soluções como construção de hidrelétricas e termelétricas, embora útil, esse meio trouxe impactos significativos ao meio ambiente, e conseqüentemente esses impactos voltariam cedo ou tarde para população. Portanto, mesmo sendo um recurso fundamental a vida, a água pode se

esgotar em um futuro próximo, pois muitos reservatórios passam por problemas de escassez. Assim, em busca de suprir a população e satisfazer os avanços tecnológicos, a demanda por fontes alternativas a cada dia que passa vem aumentando (LAMARÃO, 2012).

No entanto, hoje no mundo, devido essas preocupações com as questões ambientais que assolam nosso meio, o mais viável e sustentável seria a busca por fontes renováveis. Não só o Brasil, mas diversos países estão tentando solucionar esses problemas, adotando medidas de geração de energia com um menor impacto ambiental (REN21, 2015).

Logo assim, e segundo pesquisas, a energia eólica e solar representam fontes de energias que agredem menos o meio ambiente, pois estas além de assegurar a longo prazo a sustentabilidade, reduz as emissões atmosféricas poluentes, diminui o desmatamento e entre outras maneiras de tornar o mundo ecologicamente equilibrado (ECOIA, 2021; EPE, 2020).

### *3.1.1. Geração eólica*

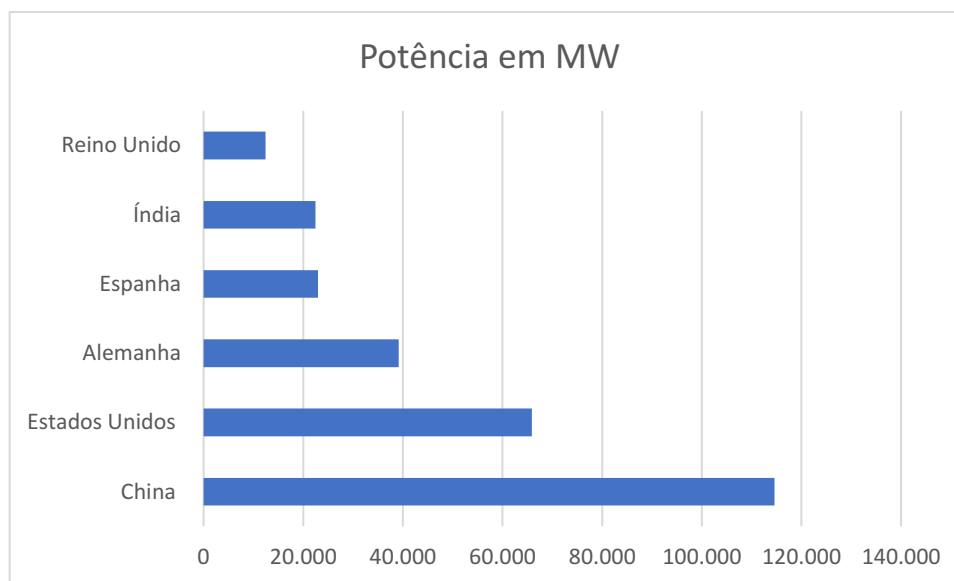
As fontes de energia alternativas estão ganhando mais espaço no mercado nacional e internacional, e isso devido à crise do petróleo. Com essa crise, muitos países investem em algo que possam melhorar o sistema econômico e nada mais importante que energias renováveis, energias essas que vão complementar as fontes energéticas que o mundo precisa. Portanto, no ano 2021 houve avanços em geração de energia elétrica, em que no mesmo ano, disparou de 4.790,4 MW para 4.882,88 MW, vale destacar que entre as fontes de energias que contribuíram para esse crescimento, a geração eólica e solar merece destaque (ANEEL, 2021). A energia eólica sempre foi utilizada pelo homem desde tempos passados, eles usavam de diversas maneiras para desenvolver suas atividades, entre elas destacam a propulsão de navios, bombas de água e tração animal (JABBER, 2013).

Atualmente, não mais se destacam essas atividades que eram necessárias para o modo de vida humano, mas a geração de eletricidade como meio de abastecer essa mesma população. Geração de energia proveniente dos ventos, é considerada uma fonte de energia limpa, inesgotável, que não produz gases que prejudicam a atmosfera, além do mais é uma fonte que não utiliza o recurso mais

fundamental a vida, a água (SAIDUR et al., 2011). Assim sendo, um meio de beneficiar a humanidade e natureza no presente e em futuras gerações. Esse meio de transformar ventos em energia acontece por meio de aerogeradores que possuem pás, rotor, caixa de transmissão e gerador, assim com tudo isso e outros objetos ocorre o movimento das pás, fazendo giros, proporcionando a eletricidade.

Devido a sua importância, no Brasil a esforços contínuos para o uso de alternativas renováveis com o intuito de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> (MALAGUETA et al., 2014; BRASIL, 2015; SANTOS et al., 2017). Já em outros países a demanda por esse tipo de energia a cada dia que passa só aumenta, destacando mais de 80 países, entre eles a China (114.609 MW), os Estado Unidos (65.879 MW), a Alemanha (39.165 MW), a Espanha (22.987 MW), a Índia (22.465 MW) e o Reino Unido (12.440 MW) como os principais países que representam os maiores números de parques eólico instalados, conforme mostrado no gráfico 2 abaixo.

**Gráfico 2- Países que mais se destacam com instalações de parques Eólicos em 2014.**

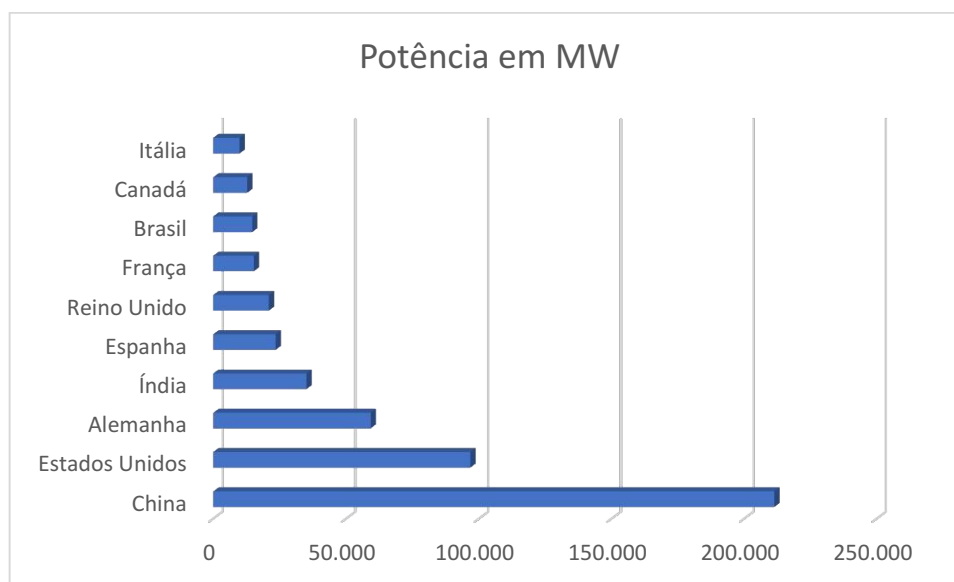


Fonte: GWEC, 2014 (Adaptado).

Atualmente, esses números foram aumentados, devido a necessidade do mundo e das pessoas por fontes limpas e inesgotáveis e pela eficiência quando referimos a questão operacional dos parque eólicos, em que se destaca o Brasil em oitavo lugar, não é um dos primeiros, mas em comparação a anos anteriores, o País está se desenvolvendo anualmente, portanto no gráfico 3 abaixo, corresponde à China (211.392 MW), os Estado Unidos (96.812 MW), a Alemanha (59.312 MW), a

Índia (35.129 MW), a Espanha (23.531 MW), o Reino Unido (20.964 MW), a França (15.309 MW), o Brasil (14.707 MW), o Canadá (12.816 MW) e a Itália (9.959 MW) como os principais países com maiores números de parques eólicos instalados.

**Gráfico 3- Países que mais se destacam com instalações de parques Eólicos em 2018.**



Fonte: GWEC, 2018 (Adaptado)

Quando comparados os gráficos 1 e 2, é notório o aumento dessas fontes renováveis, pois devido os problemas ambientais com as fontes poluidoras, é necessário a adoção de medidas como o uso de fontes inesgotáveis, suprindo áreas que precisam de eletricidade, mas não tem de onde extrair. Assim sendo, áreas que apresentam localização favoráveis, quando se trata de ventos. No entanto, pesquisas apontam que a matriz brasileira de energia gerada através dos ventos, no ano de 2019, apresenta um percentual de 8,6% (EPE, 2020). Já nas mais recentes, mostram que no ano de 2021 corresponde a 10,2%, totalizando 18.823 MW de potência instaladas (ANEEL, 2021). Portanto, não está acima da hidráulica, mas em um futuro próximo atingirá um nível superior, devido à crise híbrida.

Outrossim, vale salientar que essa fonte alternativa não é a única viável e importante mundialmente, existem outras que complementam ou que simplesmente se adequa com a região onde devem ser instaladas. No caso da eólica, onde a região apresenta favoráveis ventos e solar onde há uma maior incidência de raios solares.



### 3.1.2 Geração Solar Fotovoltaica

A energia solar é toda energia que por meio da radiação solar atinge as placas fotovoltaicas, transformando a energia do sol em energia elétrica, essa energia ganha destaque por ser a mais abundante do planeta e pela questão de se renovar todos os dias (CARVALHO E CALVETE, 2010). Diante disso, sua expansão ocorre através de grandes centrais geradoras fotovoltaicas, e de forma distribuída os consumidores geram sua própria energia.

Apesar de se destacar no Brasil, com mais de 2.200 horas de insolação, tendo um potencial de 15 trilhões MW, essa fonte de energia a base do sol ainda não atingiu uma boa participação na matriz energética brasileira (RODRIGUES & MATAJS, 2005). De acordo com a EPE 2020, embora ainda não seja uma fonte alternativa mais utilizada, a energia solar se encontra logo após a energia eólica, com 1% na matriz energética brasileira. Já atualmente, essa fonte proveniente de raios solares se encontra com 1,9% de potência instalada, totalizando 3.427 MW (ANEEL, 2021).

Portanto, não somente no Brasil, mas em outros países, esse percentual deve ser aumentado, fazendo com que essa fonte considerada limpa substitua as fontes convencionais, seja em indústrias, comércios e residências, proporcionando à população um meio com menos impactos ambientais, assim garantindo eficiência quando se trata de custo e qualidade de vida.

### 3.2. EIA/RIMA

O Estudo de Impacto Ambiental é de suma importância, pois este trata de questões ambientais mais elaboradas, e expõe uma série de fatores que envolvem o planejamento, a implantação e a operação de qualquer tipo de empreendimento, assim diagnosticando todos os efeitos e impactos ambientais advindos de ações humanas sobre o próprio meio ambiente (LA ROVÈRE, 2001).

No entanto, depois que é feito o estudo, o segundo passo e não menos importante é a elaboração do RIMA, este serve para apresentar um estudo de impacto ambiental, além de expor todos os prós e contras, também visa a implantação ou não de tal empreendimento. Ademais, é analisado uma série de

fatores para sua elaboração, vale destacar que essa implantação do empreendimento tem que favorecer não apenas a população, mas o meio ambiente.

Portanto, o necessário em um estudo é apresentar as fases de planejamento, implantação e operação nos meios bióticos, abióticos e antrópicos, em que essas fases irão distinguir as consequências dos impactos, se este é positivo ou negativo e quais medidas ou técnicas serão necessárias a serem aplicadas para minimizar e/ou eliminar os impactos ambientais.

### *3.3. Impactos ambientais de empreendimentos de Geração Eólica*

Não é de hoje que sabemos que as ações humanas causam impactos, sejam ao construir edifícios, pontes ou instalações de parques eólicos vão gerar algum tipo de impacto, este de valor positivo ou negativo, reversível ou não, e outras séries de fatores. Pois toda e qualquer atividade gera algum tipo de impacto, logo só gerar o impacto não constitui o problema, e sim a não adoção de medidas que eliminem esses impactos causados por ações antrópicas e/ou naturais.

Quando se fala em adotar medidas, nada mais é, do que técnicas de minimização e/ou eliminação de impactos ambientais. Essas medidas mitigadoras serão necessárias para serem aplicadas no início de cada fase, assim reduzindo todo o problema na fase posterior.

Os impactos ambientais advindos de fontes eólicas são bem específicos devido a sua localização, pois não será instalado os parques em qualquer área, mas sim em áreas com ventos favoráveis, que não possuam corredores para aves migratórias e que sejam em áreas afastadas da população. Esses são alguns exemplos importantes a serem seguidos antes da instalação do empreendimento de qualquer parque eólico (TAVARES, 2020).

A fase de instalação é a única fase em que se destaca por apresentar mais impactos socioambientais negativos, portanto quando comparadas com as fontes convencionais de energia, percebe-se que esses impactos são bem menos significantes, e no mais precisam ser avaliados e controlados (MONTEZANO, 2012; AMPONSAH et al., 2014).

Pesquisas apontam que a Europa e Estados Unidos apresentam como impactos mais críticos, os visuais, ruídos e sobre a fauna (BURTON et al., 2001).

Que em contrapartida, são bem diferentes do Brasil, pois os parques são instalados em locais mais favoráveis, e logo é reconhecido por gerar energia limpa, promissora e de fonte inesgotável. A Tabela 1 apresenta os diversos tipos de impactos de empreendimentos de energia eólica em algumas regiões do Brasil, que estão apresentados nos relatórios de impacto ambiental (Ver a Tabela 1 no Anexo 1).

#### *3.4. Impactos ambientais de empreendimentos de geração solar fotovoltaica*

Sabe-se que toda e qualquer atividade vai acarretar os impactos ambientais. Logo não diferente das fontes eólicas, a solar também irão gerar impactos, e quando negativo precisam ser mitigados. Esse tipo de empreendimento, no decorrer dos anos vem crescendo, devido a necessidades de recursos, por partes das hidrelétricas, como também pelo acelerado índice de degradação ambiental (TURNERY, D. & FTHENAKIS, V., 2011).

Muitas atividades exercidas durante a fase de implantação de um sistema fotovoltaico afetará as características ambientais na área em que o empreendimento for instalado, pois devido a participação do homem faz com o que haja uma mudança nos parâmetros que compõem os meios físico, biótico e/ou socioeconômico, contribuindo em determinados fatores, seja na alteração física, química, biológica, social e/ou econômica. (GEOCONSULT, C. G. e. M. A. L., 2012).

No mais, avaliados os RIMAS de regiões brasileiras, se destacam na Tabela 2 no anexo 1, os impactos ambientais que mais se apresentam na fase de planejamento, instalação e operação de placas solares.

#### *3.5. Medidas mitigadoras*

Energias oriundas do sol e do vento por mais que sejam classificadas como de fontes renováveis e inesgotáveis, geram impactos positivos e/ou negativos que afetam não somente o meio ambiente, mas a população de entorno. Assim, para todo impacto ambiental negativo é necessário adotar medidas mitigadoras que possam conciliar o empreendimento com a conservação do meio ambiente onde se encontra a instalação, assim mantendo o equilíbrio do próprio meio e uso sustentável dos recursos naturais (RESAN, 2011), de forma a eliminar e/ou

minimizar todos e quaisquer impactos gerados, seja na fase de planejamento, instalação e/ou operação de empreendimentos de parques eólicos e solares.

Embora todos os impactos apresentados sejam advindos de fontes consideradas limpas, esses tipos de empreendimentos são os mais viáveis para gerações atuais e futuras, seja no âmbito do bem-estar, econômico e/ou ecologicamente equilibrado. No mais, por apresentar impactos negativos significativos na fase de instalação, alguns deles podem ser revertidos, pois tem efeitos temporários, assim facilitando na fase de operação a geração de energia alternativa e economicamente viável (FREIRE, 2017).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Para realizar este trabalho, foi feita uma revisão sistemática com o objetivo de responder uma questão específica: quais são os impactos ambientais, efetivos e potenciais, que vêm sendo identificados em estudos e relatórios de impacto ambiental de empreendimentos para geração de energia elétrica a partir de fontes eólicas e solares? Para isso foi realizado um levantamento de estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA/RIMA) com o auxílio de ferramentas de busca, como o Google Acadêmico, Scielo e Periódico CAPES, com o objetivo de encontrar o maior número possível de estudos e relatórios de impacto ambiental de domínio público.

Essas pesquisas envolvem combinações referentes ao tipo de energia alternativa juntamente com os seus respectivos impactos. No Google Acadêmico foram encontrados mais de 12.000 resultados, tanto referentes a energia eólica, como solar, em que as mesmas foram selecionadas de acordo com o tema e aproveitadas como base na elaboração desse trabalho. Assim, usando as combinações “energia eólica” e “impactos” e “wind energy” and “impacts” foram encontradas informações trazidas pela literatura sobre impactos ambientais e medidas mitigadoras de empreendimento que promovem energia a base de ventos. Além dessa fonte de pesquisa, foram usadas as mesmas combinações no *Scielo* e Periódico CAPES. Com isso, tanto o *Scielo* quanto o Periódico CAPES mostraram um total de 10 resultados, porém de acordo com uma seleção no título e resumo referente ao tema, as pesquisas que serviram para a elaboração do estudo se resultou em apenas 6 resultados.

Ademais, foram usadas também combinações de palavras-chaves para tratar de temas relacionados à energia solar. Utilizou-se as combinações “energia solar” and “impactos” em que foram encontrados apenas três resultados, tanto no título, quanto em todos os índices, e “solar energy” and “impacts” em que se obteve os mesmos resultados da combinação anterior, quando a busca foi presente no título, e sete resultados em todos os índices, porém dentre os setes, dois foram os mesmos e cinco em outras línguas. A busca realizada na base de dados *Scielo* não resultou em pesquisas para o aproveitamento no estudo. Portanto, somente no Google Acadêmico, foram encontrados vários resultados, cobrindo o período de 2017 a 2021, assim sendo feita uma seleção dos estudos que realmente colaboravam para pesquisa, totalizando 40 resultados.

Após a seleção dos estudos foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos respectivos relatórios de impacto ambiental, assim as pesquisas que contribuíam para o trabalho foram separadas das demais, sendo feita posteriormente uma leitura completa nos textos encontrados, pois os mesmos foram analisados para identificar se os impactos ambientais são citados de forma a se permitir sua caracterização de acordo com os atributos (ex. natureza do impacto, reversibilidade, abrangência e etc) e a fase do empreendimento em que ocorrem (ex. planejamento, instalação, operação e desativação). Também foram identificadas e analisadas as medidas mitigadoras e de compensação atualmente propostas para reduzir ou eliminar os impactos ambientais identificados.

A partir da identificação dos impactos ambientais e das medidas mitigadoras e de compensação apresentadas nos estudos e relatórios de impacto ambiental, as mesmas foram analisadas em uma técnica de estatística descritiva, em que foi possível combinar resultados provenientes de diferentes estudos, analisando RIMA por RIMA, até obter todos os impactos e medidas adequadas. Para isso, foi criado um banco de dados com auxílio do *software Excel*, mostrado no Anexo II, em que os dados sobre os impactos ambientais foram identificados quantitativamente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análise dos RIMAS

Os estudos e respectivos relatórios de impacto ambiental apresentaram que, por mais simples e promissores que sejam, os empreendimentos de geração de energia elétrica irão gerar impactos, negativos ou positivos, com potencial de afetar o meio ambiente. Quando se trata de impactos, muito se discute, nos dias atuais, sobre a degradação ambiental, em que se destaca por meio das fontes convencionais, assim tornando-o preocupante para geração de energia (PAZHERI et al., 2014). Portanto, o mais viável é a troca de fontes energéticas convencionais, como o petróleo, gás natural e/ou outras fontes poluidoras para fontes promissoras de energias provenientes dos ventos e raios solares.

No presente trabalho, os impactos ambientais são bem apresentados na fase de planejamento, implantação e operação dos empreendimentos de energia eólica e solar, destacando na segunda fase como a que mais apresenta impactos negativos, isso devido a necessidade do acesso as vias, o manuseio das máquinas, e a instalação das mesmas, mas quando comparadas com os benefícios da fase de operação, esses impactos significativos são bem menos agressivos, quando adotadas medidas de manutenção da máquinas, uso de EPI, sinalização nas obras, e entre outras que minimizem esses impactos, assim garantindo o equilíbrio e bem-estar do homem-natureza.

Bahia, Ceará, Sergipe e Piauí representam o estudo dos Relatórios de Impacto Ambiental, em que vale destacar o grande potencial de energias renováveis e ao decorrer dos anos a busca só tende a aumentar, pois tanto no Brasil, como em outros países houve um aumento significativo relacionado à geração de energia alternativa, adotadas de forma complementar como soluções para a crise hídrica, ou uma futura crise e para promover um meio com menos poluição e impacto ambiental.

## *5.2. Análise de impactos referentes à Geração eólica*

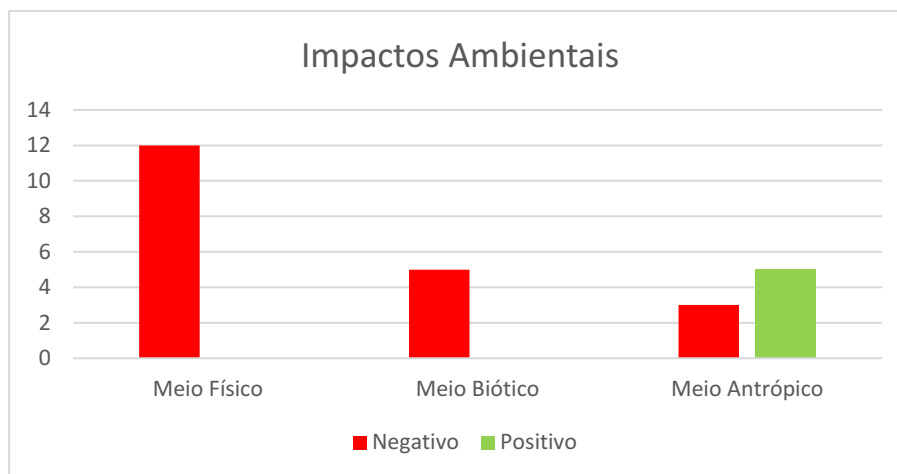
Os avanços da energia eólica tiveram início em 2002 com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), esta foi a principal responsável pelo incremento da energia eólica na matriz nacional, assim fazendo com o que essa fonte considerada promissora e limpa se expandisse por toda parte do mundo (LOSEKANN E HALLACK, 2019). Diante disso, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica, em 2018, a capacidade de geração eólica somou 162,5 GW, assim ocupado o quarto lugar na matriz de energia elétrica nacional (DOMINGOS, 2019). Portanto, devido isso, a energia proveniente dos ventos atende cada vez mais populações vizinhas e supre diversas regiões que apresentam fortes ventos, principalmente na região Nordeste, onde se destaca por apresentar clima favorável, juntamente com um abundante potencial eólico (CARVALHO E COIMBRA, 2018).

Essa capacidade instalada de geração de energia por meio dos ventos, se torna maior durante o período de menor disponibilidade hídrica (PACHECO, 2006). Assim, segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA) somente a região Nordeste dispara em 2018 com o melhor rendimento em produção de energia eólica, totalizando 85% de energia renovável gerada. Diante o exposto, vale destacar os estados do Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Piauí responsáveis por 84,7% dessa produção de energia gerada por todo o País (ABEEÓLICA, 2017; REN21, 2017).

No entanto, essa demanda por esse tipo de energia alternativa não está isenta de impactos (GOMES e HENKES, 2014). Impactos estes bem menos agressivos para o meio ambiente, pois não envolvem riscos de acidentes radioativos, inundações ou emissões de gases (DIAS, 2006). De acordo com a literatura, a maioria desses impactos ocorrem na fase de implantação, pois a abertura dos terrenos para afixar as torres, o uso do maquinário, e entre outros fatores, contribuem para a geração desses impactos ambientais. Portanto, conforme Dias (2006), para a construção de qualquer empreendimento é necessário buscar formas para mitigar os impactos ambientais que vão ser gerados no decorrer da atividade, assim o viável é verificar, medir e reduzir as consequências que podem trazer para o meio ambiente. Diante o gráfico abaixo, mostra os impactos ambientais

apresentados nos relatórios (RIMAS), relacionando a natureza do impacto com o meio físico, meio biótico e meio antrópico.

**Gráfico 5: Impactos ambientais de parques eólicos**



Fonte: Própria Autoria, 2021.

Os impactos que mais se apresentam nos relatórios no meio físico e no aspecto solo são: “formação de processos erosivos, poluição do solo, contaminação do solo por óleo, graxas e produtos químicos em geral e alteração da paisagem”. Esses impactos surgem através de atividades de construção e operação do empreendimento, exceto o da “formação de processos erosivo”, pois este ocorre somente na fase de instalação da usina eólica, e provavelmente na fase posterior é que intensificaria a erosão, se caso não fossem adotadas medidas de recuperação/reflorestamento da área. Visto isso, condiz com o autor Dai et al, 2005 que somente com a destinação ou manejo inadequado dos resíduos e efluentes que intensificam a erosão do solo.

O impacto “formação de processos erosivos” se dá por meio do uso do solo, em que com a retirada da vegetação para construção de estradas, facilita o acesso para locomoção das torres aos locais de instalação, também pelo transporte de solo por moinhos de vento e construção de canteiro de obras com o uso de maquinários pesados compactando o solo, assim deixando o solo exposto a chuvas e ventos fortes, tornando-o mais suscetíveis à erosão (GONG, 2004). No entanto, quando se fala em abertura de vias de acessos, em que é considerado negativo para os processos erosivos, em um outro viés, é um ponto positivo não somente para o



transporte das pás, mas para moradores locais, em que necessitam das vias para se locomoverem a cidades mais próximas (MATARACA, 2018).

Um outro impacto é a “poluição do solo”, em que devido a movimentação dos trabalhadores nos locais dos empreendimentos, gera resíduos que muitas vezes não destinados a locais adequados, contribuem com a causa de mais um impacto negativo ambiental na instalação de parques eólicos. Assim, segundo Cristino (2012), as pessoas focam mais no benefício que a energia eólica pode proporcionar, e muitas vezes não se preocupam com o descarte correto dos resíduos gerados nessa etapa.

A “contaminação do solo por óleo, graxas e produtos químicos em geral” constitui como mais um impacto ambiental que se destaca na fase 2 do empreendimento no processo de instalação das torres e na fase 3 com a manutenção das mesmas. Esse impacto ambiental é ocasionado pelo derramamento de produtos químicos no solo, em que este irá se infiltrar no solo, contaminando o lençol freático e possivelmente os demais locais. Além de que, pode ocasionar riscos de contaminação de águas de poços que as comunidades consomem.

Por conseguinte, visto com último impacto mostrado na tabela no aspecto solo, a “alteração da paisagem” se dá por qualquer coisa/objeto que se introduz no meio, em tal empreendimento, isso ocorre desde a intrusão das pessoas nas áreas das obras, dos objetos e maquinários necessários para a construção civil, até a instalação e permanência das torres. De acordo com Winds Energy (2012), só se altera a paisagem quando a turbina eólica é observada de uma distância de 2km, pois os movimentos das pás são facilmente perceptíveis, caso contrário, se a distância aumenta, as turbinas ficam imperceptível e a torre é vista como qualquer outro elemento do meio.

No aspecto água (ex. aumento do escoamento das águas superficiais e a contaminação nas águas) se dá por meio da retirada da vegetação para instalar as turbinas, assim o solo fica compactado, diminuindo sua infiltração, no mais, o que resta é o aumento do escoamento superficial, e devido esse aumento, juntamente com aqueles resíduos que se encontram presentes no solo, resíduos contaminados por óleo, graxas e produtos químicos em geral, ocasiona a contaminação da água.

Já no aspecto ar (ex. poluição do ar) acontece quando há movimentações dos trabalhadores sobre o solo, utilizando caminhões e/ou maquinários para levar os equipamentos para serem instalados (LOUREIRO, GORAYEB e BRANNSTROM, 2015).

Quando nos referimos ao meio biótico, vale destacar a fauna e flora como aspectos que constituem o meio. Diante disso, em relação a fauna são vistos os seguintes impactos: “fuga e afugentamento da fauna, morte de animais e da fauna voadora”. Esses impactos citados, ocorrem devido a retirada da vegetação, ocasionando danos a fauna e flora do local, como a perda de habitat faunísticos (LOUREIRO, GORAYEB e BRANNSTROM, 2015). A fuga e afugentamento ocorre na fase dois do empreendimento, em que com a retirada da vegetação e o barulho causado por maquinários, ocasiona a perda de *habitats* para a fauna local, assim o viável para eles é a migração para locais mais próximos (FERNANDES e ARRAIS JUNIOR, 2017). Coadunado ao que foi dito, e segundo Pinheiro (2013), a busca feita por esses animais a procuram de abrigo, os mesmos ficam sujeitos ao risco de caça, captura e possíveis atropelamentos.

A morte de animais e da fauna voadora, geralmente quando citadas na literatura, ocorre por meio de atropelamentos e através das colisões com as pás dos aerogeradores e turbinas de pequeno porte. Um exemplo, é o parque eólico na Califórnia, conhecido como Alta Mont Pass, este parque constituía de aerogeradores de pequenos portes, logo com o elevado índice de mortalidade da fauna local, estes equipamentos foram substituídos por novos, de forma a mitigar esses impactos. Assim, muito aparece na literatura, que além desses impactos por colisões com as pás, afeta também o processo reprodutivo e a alimentação das espécies voadoras (KALDELLIS et al., 2013; DAHL et al., 2012; DAI et al., 2015).

Além de ser um impacto que se destaca bastante em pesquisas, ele não é considerado significativo, pois devido estudos de rotas migratórias, o índice de mortalidades da fauna voadora não atinge um percentual agravante, assim se encontra apoio com Ricosti (2011), em que o autor menciona que nos Estados Unidos a mortalidade de aves varia não chegando a um total de sete aves por ano. Já na Espanha, de acordo com um total de mil torres, a morte de aves varia de 0,1 a 0,6 ao ano e por turbina. Além de outros países como, Alemanha, Dinamarca e

Holanda os parque eólicos funcionam a tempos, e durante esse período não houve mudanças no índice de mortalidade das aves.

Os morcegos, que também são afetados na fase de operação dos aerogeradores, ainda se tornam mais vulneráveis, pois além das colisões que estes sofrem com as turbinas, um outro processo é devido as altas velocidades das pás, fazendo com o que gere uma queda de pressão, e como consequência provoca a morte de morcegos, pois devido isso estes sofrem uma expansão nos pulmões, causando sangramentos internos (VILLEY-MIGRANE, 2004). Esse fato afeta principalmente os morcegos, pois as aves são mais resistentes devido seu sistema respiratório.

A flora é um outro aspecto que é visto nos relatórios de impacto ambiental, ela representa tanto a perda da diversidade vegetal local, quanto a redução da cobertura vegetal, em que fica claro, com a retirada da vegetação logo na etapa inicial da construção do empreendimento, assim devido a limpeza da áreas, apresenta por um certo período de tempo impactos negativos sobre a flora, podendo ser revertidos com ações de recuperação da área degradada (MOURA-FÉ; PINHEIRO, 2013).

Por fim, concluindo o último meio apresentado na tabela, o meio antrópico ou socioeconômico, é o meio em que ocorre mais impactos positivos do que negativos, ocorre principalmente na fase de operação, mas antes de tudo, parte da fase de planejamento, onde há expectativas favoráveis da população de entorno, essas expectativas geralmente ocorre entre os moradores da área próximo ao empreendimento, eles criam devido os benefícios e custo que a fonte de energia eólica proporciona, e segundo Carvalho e Coimbra (2018), expectativas são geradas por esses moradores na busca de empregos durante a construção da usina e auxílio financeiro com o aluguel de suas terras. Porém, essas expectativas nem sempre eram favoráveis, pois proprietários deixavam suas casas e iam morar com parentes, para proporcionarem sua moradia para as empresas, assim essas muitas vezes não pagavam aluguel e simplesmente iam embora deixando as famílias dos proprietários das terras desamparadas (COSTA, 2015).

Na fase de instalação e operação apresenta gerações de empregos diretos e indiretos, na maioria dos casos os empregos ocorrem de forma indireta, e isso devido o desenvolvimento da região do empreendimento (DAMASCENO e ABREU,

2018). Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (2019), afirma que entre dez a dezesseis empregos são gerados para cada megawatt de energia. Um outro fator quanto a geração de emprego, ela ocorre de forma temporária, geralmente na fase de instalação, assim é contratado mais pessoas que habitam próximo as áreas, já na fase de operação esses empregos é mais por parte de funcionários da empresa, sendo que estes são realizados duas vezes ao ano, ou seja, a manutenção não é constante, assim reduzindo os empregos e custos por parte das empresas (SOARES, 2010).

Não só impactos negativos constituem os empreendimentos de parques eólicos, mas impactos positivos se apresentam nesse mesmo empreendimento, visto na tabela, a produção de energia limpa é uma grande opção energética (FRAGA, 2014), que traz para população regional e local energia de baixo custo e garantia de um meio ambiente equilibrado.

Os acidentes de trabalho são vistos como impacto negativo, que se destaca na fase de instalação e/ou operação de qualquer empreendimento. Estes ocorrem devido a falta do uso de equipamentos de proteção individual e coletivo, assim por meio de atividades nas usinas eólicas, se deparam com o desprendimento das pás, falhas no sistema elétrico, atividades de construção e em alguns casos podendo ocasionar incêndios (CLARKE, 1991; CARNEIRO et al. 2013; LOVICH e ENNEN, 2013; CAUTHNESS WIND FARM INFORMATION FORUM, 2018).

Um outro impacto é a alteração da paisagem, este se mostra presente em todos os meios, mesmo não sendo apresentado no meio biótico. Este impacto é considerado tanto negativo quanto positivo, dependendo do ponto de vista de cada pessoa e do tipo da intrusão.

Portanto, de forma a concluir a descrição dos impactos seja ele positivo e/ou negativo, vale destaca a poluição sonora e incentivo ao turismo local, assim o primeiro impacto citado é considerado negativo, afetando não somente o meio antrópico, mas a fauna local onde é instalado o parque eólico. Esses impactos sonoros são de origem mecânica, que ocorre através das engrenagens e geradores e a aerodinâmica, ocasionado pelo movimento das pás (CLARKE, 1991; LOVICH e ENNEN, 2013, CASTRO, 2009). Diversos autores mostram essa problemática quando se trata de ruídos, encontra-se apoio nas colocações de Villey-Migrane (2004); Punch et al. (2010); Bakker et al. (2012), em que apontam que os ruídos

trazem sérios problemas a saúde humana daqueles moradores que residem próximo a instalação, e exemplos das enfermidade são dores de cabeça, náuseas e perda de sono, além disso, fazem das áreas de entorno menos aptas para abrigo de animais.

O segundo impacto apresentado, é positivo, pois na fase de operação das torres, servem de incentivo ao turismo local, em que essas torres representam geração de energia de fonte alternativa para gerações atuais e futuras. Assim, muitos turistas visitam os locais dos empreendimentos onde turbinas eólicas são instaladas, grande parte do público é de estudantes, pois lá adquirem conhecimentos sobre as torres, funcionamento e possíveis impactos. Todos esses impactos citados constituem a tabela de impactos mostrada acima, em que foi feita de acordo com os impactos ambientais que mais se apresentam nos RIMAS.

Entretanto, não se apresenta nos RIMAS, mas existe mais um impacto preocupante no meio social, quando se trata das instalações das torres, em que as mesmas causam perturbações para os moradores que residem próximo a esses parques eólico, perturbações quanto aos níveis de ruídos e o sombreamento em suas residências, assim, como consequências ocasionam para a comunidade problemas de depressão.

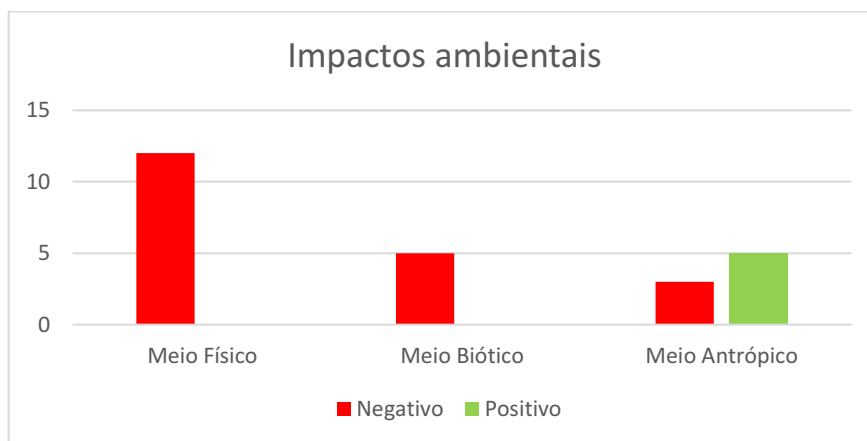
### *5.3. Análise de impactos referentes à Geração solar fotovoltaica*

Em segundo viés, como forma de garantir a sustentabilidade, nada mais que buscar por fontes provenientes da radiação solar, transformando-o os raios solares em energia elétrica. A energia solar tem sido importante em todo cenário mundial, destacando diversos países por adotarem esse meio de gerar eletricidade para atender a demanda, assim com ênfase nesse contexto, a China, Japão, Alemanha e Estados Unidos se destacam por gerar energia proveniente da radiação solar (REN21, 2016). Portanto, entre esses países, a China se expande como o principal gerador de energia no mundo. O Brasil também é um país em que se destaca devido os seus elevados índices de irradiação solar, assim por estar localizado em grande parte na região intertropical, possui altos picos de radiação durante todo ano, destacando com base nisso, valores médios acima de 4,5 kWh/m<sup>2</sup>. dia, nas regiões Nordeste (5,49 kWh/m<sup>2</sup>. dia) e Centro-Oeste (5,07 kWh/m<sup>2</sup>. dia), (PEREIRA et al., 2017). Essa geração de energia ocorre de forma distribuída e concentrada abastecendo residências, comércios, indústrias e entre outros locais, assim ao

considerar a forma distribuída de sistemas fotovoltaicos só nas residências, corresponde a 32 GW médio, o que equivale a um pouco mais de 50% de eletricidade no Brasil em 2015 (EPE, 2017a). Entretanto, devido a problemática relacionada com a questão ambiental o índice de instalações a base do sol vem crescendo nessas regiões citadas e nas outras que constituem o globo terrestre (ABSOLAR, 2021).

Quando se trata da demanda por esse tipo de energia renovável, é de se discutir os problemas enfrentados devido suas instalações, em que são relacionados a localização e suas características climáticas e dos ecossistemas (BARBOSA FILHO et al.,2015), são problemas vistos no decorrer do trabalho, conhecidos como impactos ambientais, estes podem ser tratados de forma imediata, pois são constituídos como impactos ambientais localizados (SUNERGIA, 2018). De acordo com o gráfico abaixo, observa-se os impactos ambientais na instalação e operação de usinas fotovoltaicas, assim relacionando os impactos positivos e negativos, com os meios físico, biótico e antrópico do empreendimento.

**Gráfico 4: Impactos ambientais de usinas fotovoltaicas**



Fonte: Própria Aatoria, 2021.

Portanto, consoante ao gráfico, os impactos negativos se apresentam durante a fase de implantação/instalação do empreendimento solar, visto ainda que, somente no meio antrópico que surge os impactos positivos na fase de operação, pois é nela que se destaca a oferta e baixo custo de energia de fonte limpa, proporcionando assim benefícios para a população local e regional.

Com base nos dados observados no estudo dos RIMAS, para o meio físico (solo, água e ar) apresentam-se os seguintes impactos: “aceleração de processos

erosivos, alteração da paisagem, poluição do solo, contaminação do solo, alteração do escoamento e fluxo superficial das águas e poluição do ar”.

O impacto “aceleração de processos erosivos”, ocorre na fase de instalação devido a retirada da cobertura do solo, com essa retirada, o solo vai ficar sem proteção, provocando perdas superficiais em sua camada, assim dando início aos processos erosivos. Além de que, um outro fator também constitui esse processo, segundo Barbosa Filho et al., (2015), as estradas que são construídas durante o projeto, se não forem pavimentadas provocará sobre o solo a erodibilidade, devido a ocorrência de períodos chuvosos.

A “alteração da paisagem” também se apresenta como um dos impactos, pois para toda construção será induzida a colocação de algo no meio, este impacto se dá nos três meios, físico, biótico e antrópico. Essa alteração varia de acordo com o local e tipo de serviço realizado (BARBOSA FILHO et al., 2015).

A “poluição do solo” de acordo com as pesquisas, autores questionam que se dá por meio de atividades humanas envolvendo os trabalhadores locais, e nessas idas e vindas dos canteiros de obras para as devidas localizações dos painéis fotovoltaicos, efluentes líquidos, que muitas vezes tóxicos, podem ser derramados no solo, causando sua contaminação, esse é um outro impacto negativo visto nos relatórios de empreendimentos solares. Vale lembrar que, na fase de operação não apresenta geração de efluentes líquidos (GOLDEMBERG et al., 2012).

A “alteração do escoamento e fluxo superficial das águas” devido as instalações das usinas fotovoltaicas, irá interceptar alguns cursos de água. Um outro ponto, ocorre que o escoamento será bem maior, pois como no solo foi retirada a cobertura vegetal, ficará sujeito a alterações no escoamento.

A “poluição do ar” é ocasionada pela circulação dos veículos e uso de maquinários movidos a combustão, lançando assim material particulado e o CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Devido a isso, em consonância com a literatura, essas poeiras podem prejudicar a vegetação e cursos d’água, quando emitidas no ar, sem as devidas medidas mitigadoras de contenção.

No entanto, para o meio biótico (fauna e flora), a fauna se destaca através dos impactos de: “afugentamento da fauna, morte de animais e alteração da paisagem”. Para o “afugentamento da fauna local”, ocorre devido a limpeza do terreno, com essa limpeza boa parte do habitat natural desses animais são

destruídos e devido isso e outros fatores como, emissões sonoras, a fauna procuram por locais seguros e parecidos com os que habitavam antes da instalação (GEOCONSULT, 2012). Vale salientar que muitos desses animais ainda sim, retornam para essas áreas depois que instalados os painéis solares.

A “morte de animais” se dá por meio da transição de veículos, em que muitos dos animais não adaptados a esse fluxo, acabam desorientados com a movimentação, e como consequência podendo serem atropelados e/ou mortos. Lembrando que na literatura, muito se aponta, que parte desses animais invadem os locais do empreendimento, sem ao menos possuírem abrigos nessas áreas.

Em contrapartida, a flora no local é afetada diretamente com a “diminuição da biodiversidade local”. Ocorre por meio da limpeza do terreno onde vão ser instalados os parques. De acordo com a Geoconsult (2012), essas limpezas para instalação dos parques solares não são restritas apenas a áreas desérticas, por isso afeta tanto a diminuição da biodiversidade local.

Finalizando com o meio antrópico, esse meio apresenta mais pontos positivos do que negativos, vale destacar como impactos desse meio: “expectativa da população, aumento de empregos, alteração da paisagem, acidentes de trabalho, oferta de energia limpa e turismo local”. Para a “expectativa da população”, sempre condiz com os benefícios que essa produção de energia pode proporcionar, tanto em geração de empregos, quanto em relação a redução dos custos.

Os empregos proporcionados são para pessoas que habitam nos locais do empreendimento, constituindo como emprego direto, ou para trabalhadores de outras regiões, que muitas vezes são contratados devido a sua mão-de-obra de qualidade. Assim, quanto mais empreendimentos de energia solar a serem instalados, mais geração de empregos serão ofertados (IRENA, 2016).

Os “acidentes de trabalho” quando não usados equipamentos de proteção individual e/ou coletivo é um fator agravante para que os trabalhadores se submetam passar. Estes ocorrem através do uso do maquinário e também com a movimentação dos veículos.

A “oferta de energia limpa” e “turismo local” estão coadunados, pois além de agredir bem menos o meio ambiente, esse tipo de energia alternativa constitui para suprir as usinas hidrelétricas em caso de crise hídrica, no mais por ter um enorme



destaque no mundo afora, essa questão proporciona as pessoas e estudantes a busca por informações, atribuindo assim, o incentivo ao turismo local.

#### *5.4. Medidas mitigadoras dos impactos encontrados nos RIMAS*

Para cada impacto ocorrido nas fases de instalação e operação de um parque eólico e solar, há medidas mitigadoras que minimizem e/ou eliminem estes, de modo que faz necessário um sistema de gestão por parte das empresas, em que organizam propostas e medidas para cada impacto visto (CARNEIRO et al., 2013). Pois, somente elas são as responsáveis para desenvolver um sistema de gestão eficiente e sustentável. (DIAS, 2006).

É notório que quanto mais tempo utilizado para a construção de um empreendimento, mas ele está sujeito a desenvolver impactos, estes podem ser agravados. Portanto, de acordo com Damasceno e Abreu (2018), afirma que um parque eólico inicia seu funcionamento logo depois de um período de um ano e seis meses, diferente dos demais empreendimentos que geram energia das fontes tradicionais, em que passam mais de dois anos em construção, e seus impactos ambientais ficam presentes, assim prejudicando os meios físico, biótico e antrópico.

##### *5.4.1. Solo, ar e água*

Os impactos que se apresentam nos aspectos solo, ar e água constituem o meio físico, estes ocorrem principalmente na fase de implantação, através do manuseio de maquinários até a instalação das torres. Assim, para cada impacto é necessário a adoção de medidas que reduzam os mesmos, adoção como programas de monitoramento ambiental em que monitorem quais locais viáveis para instalações dos empreendimentos, adoção medidas de contenção para formação de processos erosivos, em que devido a diversos fatores fazem com que o solo fique suscetível a erosão, ocorrendo devido a retirada da vegetação, com essa retirada dificulta ao solo manter seus nutrientes e capacidade de infiltração, logo o viável, assim que ocorrer a instalação das torres eólicas e usina solares, é a recuperação da área com vegetação nativa.

Não afetando somente o solo, como também afeta os animais e os agricultores que usam suas terras para produção de produtos para sua sobrevivência. Com isso, de acordo com a Abeeólica (2019) e o que condiz Segundo Ferreira (2008), depois da instalação das torres, o solo ainda sim tem como ser aproveitando, em pelo menos 90%, beneficiando os animais, o aumento de renda do proprietário, como também recuperando a área dos processos erosivos. Um outro fator apresentado na literatura é que, evitando o uso de máquinas pesadas contribuirá para a não compactação do solo.

Ainda se tratando do solo, a contaminação causada por óleo, graxas ou produtos químicos em geral, acaba prejudicando o solo, pois devido o uso desses produtos e ao acondicionamento inadequado afeta a fertilidade do solo. Assim, as medidas propostas é que os trabalhadores saibam quando usar cuidadosamente esses tipos de resíduos, evitando que sejam derramados no solo, e para o uso dos maquinários é necessário manutenção adequada para evitar que esses dejetos sejam lançados diretamente ao solo.

Quanto aos resíduos sólidos, são eles gerados na fabricação das torres e painéis, gerados nas instalações dos mesmos e/ou na fase final do empreendimento. Devem ser acondicionados em recipientes fechados, obedecendo a coleta seletiva (GEOCONSULT, 2012), em que com a separação adequada de acordo com o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos são destinados a locais apropriados para reciclagem ou disposição final.

As placas solares depois do seu ciclo de vida, tem-se a serem destinadas a locais de equipamentos eletroeletrônicos, assim evitando que esses resíduos sejam lançados ao solo e conseqüentemente contamine ele (BETTANIN, ANDREA, 2017). Sabe-se que essa contaminação não afetará somente o solo, mas os cursos d'água, pois esses módulos fotovoltaicos contêm substâncias tóxicas, e o viável quando possível, é a sua reciclagem. Caso contrário, segundo esses autores, eles devem ser destinados juntos aos resíduos industriais perigosos. A tecnologia é um instrumento de fundamental importância para resolver questões relacionadas a esses empreendimentos, e o tipo de tecnologia usada para esses painéis é uma combinação de tratamentos físico e químico (LATUNUSSA, 2012).

A alteração da paisagem, de acordo com Resan (2011), deverá ser organizada na área de entorno do empreendimento uma faixa arborizada, assim

evitando com que essa intrusão ao meio seja vista como impacto negativo. Ademais, para isso se manter, é necessário manutenção frequente, de forma a preservar a vegetação nativa do local, assim, dando força através do Programa de Preservação Permanente Paisagística.

Ao se falar em alteração, vale destacar a alteração na qualidade do ar, esse processo ocorre devido a movimentação de veículos e maquinário, assim o viável é umectar as áreas em que foram destinadas para a construção dos empreendimentos, de forma que reduza o material particulado e não prejudique a saúde humana. O ideal são Programas de Monitoramentos para durante a construção regularize o índice de poeiras lançadas ao ar.

A alteração do escoamento e fluxo superficial das águas, acontece quando o solo perde sua cobertura vegetal, daí proporcionado pelas chuvas, o escoamento danifica o solo, levando aos cursos d'água todos dejetos presentes no local, seja resíduos sólidos ou líquidos, influenciará conseqüentemente na contaminação das águas. Faz necessário, de acordo com Kaldelles et al. (2003) e Lovich e Ennen (2013), um sistema de drenagem, assim facilitando o escoamento superficial das águas e reduzindo os possíveis impactos.

#### *5.4.2. Fauna e flora*

No que diz respeito ao meio biótico e aos seus respectivos impactos, a fauna se destaca principalmente na fase de implantação dos empreendimentos, é onde vai ocorrer a fuga e o afugentamento de espécies terrestres e voadoras, atropelamento de animais e mortes de aves e morcegos, para empreendimentos eólicos.

Para solucionar esses impactos negativos, sobre fuga e afugentamento da fauna, segundo Ricosti (2011), faz necessário a adoção de monitoramento daquelas espécies que têm abrigos nesses locais de instalação, fazendo com que estes animais sejam realocados para áreas parecidas com seu habitat natural, para assim depois da instalação eles possam voltar ao seu ambiente de abrigo. Nesse percurso de um local para outros, esses animais são sujeitados ao atropelamento, seja por veículos ou até mesmo caem em buracos das próprias construções, logo, deve-se conduzir essa fauna primeiramente a locais seguros, fazendo o monitoramento para o controle da morte dos animais, para assim iniciar a atividade.

Portanto, aos impactos gerados sobre a fauna voadora, é importante investir em áreas que não sejam de rotas migratórias, esse estudo já é bem conhecido, em que só antigamente, com os primeiros aerogeradores é que não existiam estudos prévios (PINTO et al., 2017). Pois esses empreendimentos prejudicam as aves e morcegos, seja no quesito locomoção, quanto na perda de *habitat* (TERCIOTE, 2015). Visto isso, o monitoramento na área durante um pouco mais que três anos de operação das torres, na busca de carcaças é um fator fundamental para identificar quais aves são afetadas pelo projeto (CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, 2007). Assim com o conhecimento das espécies é possível adotar medidas que garantam rotas, alimentação e reprodução seguras. Ajustando os períodos de operação dos aerogeradores em épocas de chuvas, e conciliando os meses de rotas dessas aves com um funcionamento mais reduzido de velocidade das pás. Além de que aumentar a visibilidades das pás é importante para evitar colisões.

Os morcegos também afetados pelas torres eólicas, mas com as mesmas medidas e adoção de distâncias mínimas de seus habitats com os locais de instalação, ajuda bastante na diminuição de suas mortes. (KEPEL et al., 2011).

Para o aspecto Flora, se destaca o impacto de perda da biodiversidade vegetal, então antes de iniciar a etapa de construção, é necessário fazer a delimitação da área que precisa ser desmatada, evitando que áreas sem necessidades não sejam destruídas (GEOCONSULT, 2012). Além de que, só inicie os processos de limpeza quando for iniciar a construção, evitando o tempo de exposição do solo aos raios solares e chuvas. No entanto, tornando o impacto somente local, e na fase posterior recuperar a mesma área com espécies nativas.

#### 5.4.3. Socioeconômico

Quanto aos impactos antrópicos, a maioria são positivos, citados: “geração de expectativas favoráveis a população, geração de empregos, produção de energia de fonte renovável e incentivo ao turismo local. Poucos impactos negativos se apresentam, entre eles se destacam: “riscos de acidentes no trabalho, emissões de ruídos e alteração da paisagem.

O impacto ambiental positivo “geração de expectativas favoráveis a população” está ligada a todos os pontos positivos vistos na fase de operação dos

empreendimentos. A expectativa primeira surge com a geração de empregos para moradores locais, pois garantirá a eles uma fonte de renda. Esses empregos variam entre fixos e temporários (CARVALHO e COIMBRA, 2018). Em segunda análise, essa expectativa é devida o oferecimento de energia que agride bem menos o meio ambiente e que diminui o custo nas contas do fim do mês. Assim, de acordo com Loureiro, Gorayeb e Brannstrom (2017), é necessário adotar programas de educação que ofereçam aos moradores locais, uma qualificação em mão-de-obra, para que os mesmos adquiram habilidades para trabalharem nos locais de instalações. Com isso, o número de geração de emprego aumentará para os trabalhadores locais, em vez de contratar operários de outras regiões.

Para “produção de energia limpa” e “turismo local”, é possível investir mais em fontes renováveis, assim suprimindo a necessidade devido as fontes tradicionais. Com programas de incentivo a instalação desses empreendimentos por parte das empresas e políticas públicas. Fazendo com que mais parques eólicos e usinas solares possam integrar os estudantes e as pessoas adquiram conhecimento quanto aos benefícios e que incentivem ainda mais o turismo.

Os “acidentes” ocorrem através das máquinas e fluxo de veículos, ou seja, pelo não preparo dos trabalhadores por parte das empresas, ficam sujeitos a acidentes. Logo essas empresas deveriam investir em educação para avaliar os riscos locais, induzindo a todos o uso de EPI e EPC que garantam a segurança de todos. Propor medidas também de sinalização para os veículos que transitam na área, evitem os riscos de acidentes. E em caso aconteça algum acidente, devem oferecer atendimento de primeiros socorros.

Os “ruídos” são inevitáveis, pois de alguma forma irá contribuir nos meios, o surgimento se dá através dos ruídos mecânicos, em que estes podem ser reduzidos através da substituição de maquinários velhos por modernos, e também por peças revestidas com um anti impactos, assim evitando barulho quando cair. O ruído aerodinâmico é produzido com o movimento das pás, então com medidas de redução das velocidades das mesmas contribuirá para diminuição desses ruídos causadores de perturbações no meio biótico e no meio antrópico.

Logo, é necessário adotar programas que monitorem os ruídos, além de que o primeiro passo é evitar a construção em locais próximos às residências, pois segundo Araújo (2016) tem empreendimentos que não respeitam o distanciamento

entre casas. Um outro fator, é fazer antes da construção o espaçamento adequado entre as torres, para assim haver um escoamento uniforme dos ventos (PUCRS, 2018). Além do mais que, os ruídos também ocorrem por conta dos veículos em ambos empreendimentos, mas isso não tem como ser evitado, pois é necessário a locomoção para realizar a instalação. Forma de minimizar os sons, é respeitando os locais certos a serem instalados, a potência utilizada e o tipo de maquinário. Como vai ser repentina a atividade dos trabalhadores durante a construção, eles também devem estar equipados com uso de aparelhos auditivos, para evitar possíveis danos na audição.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a análise dos RIMAS, observou-se números de impactos positivos e negativos, todavia, pode-se minimizar alguns desses impactos negativos, com planejamento, instituição leis e critérios, de zoneamento adequados. Existem algumas medidas mitigadoras propostas que são facilmente implantadas, em um curto período de tempo, e outras que deverão serem implantadas de forma continuada, como a adoção de programas de monitoramento ambiental antes, durante e após a implantação de tal empreendimento, assim visando não somente a minimização dos impactos, mas evitando que os mesmos ocorram. A maioria dos impactos adversos observados na fase de implantação, são de duração temporária, assim na fase posterior, garante benefícios para os meios físicos, biótico e antrópicos, basta adotar medidas viáveis para reduzir e/ou eliminar esses impactos.

Já outros impactos sociais, não apresenta somente benefícios. Muitas pessoas que residem próximo as instalações das torres, enfrentam problemas devido os níveis de ruído e o sombreamento das pás sobre sua residência. Esse meio, faz com o que esses moradores sofram com problemas de depressão. Assim, fica claro que, nos RIMAS devem ser apresentados esses problemas no meio antrópico, e conseqüentemente as empresas adotem medidas para instalações em locais bem mais afastados dessas comunidades.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEEÓLICA - Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica** 2017. 2017a. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/J9h3G3zBmMXr7d5gzYtrhmn/>>. Acesso em: 07 de agosto de 2021.

ABSOLAR. **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo**, 2022. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

ABSOLAR. **Energia solar fotovoltaica no Brasil**. Portal solar, 2021. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Banco de informações de geração**. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/379/3/2019\\_CDS\\_66.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/379/3/2019_CDS_66.pdf)>. Acesso em: 02 de junho de 2021.

ALBUQUERQUE, BRUNO PINTO DE. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007. Disponível em: <<https://www.epsjv.fiocruz.br/upload/monografia/13.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

AMPONSAH, N.; TROLDBORG, M.; KINGTON, B.; AALDERS, I.; HOUGH, R. L. **Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of life cycle considerations**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 39, p. 461-475, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvH/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 22 de julho de 2021.



ANDREA BETTANIN. **O uso de tiosulfato para a recuperação de prata na reciclagem de módulos fotovoltaicos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em:<<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:upf9HWJQzGgJ:https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/820/365+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 13 de setembro de 2021.

BARBOSA, W. P. F., AZEVEDO, A. C. S. d., COSTA, A. L. & PINHEIRO, R. B., 2015. **Estudo para penetração de investimentos em Energia Solar Fotovoltaica no Estado de Minas Gerais.** Disponível em:<[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3467/2519](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467/2519)>. Acesso em: 23 de outubro de 2021.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **INDC - Intended Nationally Determined Contribution.** Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2015. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 15 de setembro de 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm). Acessado em: 20 julho/2019, 1981.

BURTON, T.; SHARPE, D.; JENKINS, N.; BOSSANYI, E. **Wind Energy Handbook.** Chichester: John Wiley & Sons, 2001. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvH/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

Caithness Windfarm Information Forum. **Summary of wind turbine accident data to 31 March 2018.** 2018. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/338559440\\_A\\_defasagem\\_de\\_conhecimento\\_na\\_pratica\\_na\\_Avaliacao\\_de\\_Impacto\\_Ambiental\\_em\\_projetos\\_de\\_energia\\_eolica](https://www.researchgate.net/publication/338559440_A_defasagem_de_conhecimento_na_pratica_na_Avaliacao_de_Impacto_Ambiental_em_projetos_de_energia_eolica)>. Acesso em: 06 de setembro de 2021.

CARNEIRO, F. O. M.; ROCHA, H. H. B.; ROCHA, P. A. C. **Investigation of possible societal risk associated with wind power generation systems.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 30–36, 2013. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/338559440\\_A\\_defasagem\\_de\\_conhecimen to\\_na\\_pratica\\_na\\_Avaliacao\\_de\\_Impacto\\_Ambiental\\_em\\_projetos\\_de\\_energia\\_eolic a](https://www.researchgate.net/publication/338559440_A_defasagem_de_conhecimen_to_na_pratica_na_Avaliacao_de_Impacto_Ambiental_em_projetos_de_energia_eolic_a)>. Acesso em: 06 de setembro de 2021.

CARVALHO, E. F. A.; CALVETE, M. J. F. **Energia Solar: Um passado, um presente... um futuro auspicioso** *Revista Virtual Quim. Aveiro – Portugal*, v. 2. n. 3, p. 192-203.2010.

CARVALHO, F, A, G., & COIMBRA, K, E, R. (2018). Impactos da instalação do parque eólico ventos do Araripe na cidade de Araripina - PE. **Educação Ambiental em Ação**, (64).

CGEE, Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. **Relatório do Estudo Prospectivo em Energia Fotovoltaica 2025.** Outubro, 2008. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/25918/1/2016\\_tcc\\_ecsousaneto.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/25918/1/2016_tcc_ecsousaneto.pdf)>. Acesso em: 05 de julho de 2021.

CLARKE. A. **Wind energy progress and potential.** *Energy Policy*, 1991. Disponível em:< <https://ideas.repec.org/a/eee/enepol/v19y1991i8p742-755.html>>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

Damasceno, V. S., & Abreu, Y. V. de. (2018). **Avaliação da energia eólica no Brasil.** Disponível em:<<https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/1649>>. Acesso em: 06 de setembro de 2021.

Domingos, Zaparolli. **Ventos promissores a caminho.** Pesquisa fapesp, julho, 2019. Disponível em:<<https://revistapesquisa.fapesp.br/ventos-promissores-a-caminho/#:~:text=O%20potencial%20de%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de,atual%20de%20energia%20do%20Brasil>>. Acesso em: 07 de agosto de 2021.

Energia solar- Limpa, democrática e polêmica. **Ecoa**, 2021. Disponível em: <<https://ecoa.org.br/energia-solar-limpa-democratica-e-polemica/>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2022.

EPE. **Balço Energético Nacional 2020**. Disponível em: <<https://seer.cesjf.br/index.php/eletrica/article/view/2959/1999>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

FERNANDES, B; ARRAIS, J. **Impactos ambientais dos Parques Eólicos na região da Costa Branca Potiguar**, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/ecop/article/view/7080>>. Acesso em: 05 de setembro de 2021.

FREIRE, Gustavo Lins. **Avaliação de impactos/riscos ambientais na construção e no funcionamento de uma usina eólica**. Enegep, 2017. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_248\\_434\\_34245.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_248_434_34245.pdf)>. Acesso em: 27 de agosto de 2021.

FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. **As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental**. Revista Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/ZJdVgpy7gGQtq8p6YDvTWQf/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

GEOCONSULT, C. G. e. M. A. L., 2012. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA - Central Geradora Solar Fotovoltaica Tauá**, Fortaleza: s.n. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3467/2519](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467/2519)>. Acesso em: 03 de agosto de 2021.

GOMES, L. E. B. G., & HENKES, J. A. (2015). Análise da energia eólica no cenário elétrico: aspectos gerais e indicadores de viabilidade econômica. **Revista de Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 3(2), 463-482.

GWEC. **Global wind report: annual market update 2013**. Belgium, 2014, 80p. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/mercator/a/JRtprDJJnXZT3kfDx3Dw8qy/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 03 de agosto de 2021.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L.B. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Cengage Learning, 2017. 764 p.

JABBER, S. **Environmental Impacts of Wind Energy**. Journal of Clean Energy Technologies, v. 1, n. 3, p. 251 – 254, 2013. doi: 10.7763/JOCET.2013.V1.57. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/mercator/a/JRtprDJJnXZT3kfDx3Dw8qy/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 09 de agosto de 2021.

JAGER, Henrique. **As incertezas da energia elétrica e a necessidade de diversificar as fontes**. Ineep, 2021. Disponível em: <<https://ineep.org.br/incertezas-da-energia-eletrica-e-a-necessidade-de-diversificar-as-fontes/>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2022.

KALDELLIS et al., 2013; DAHL et al., 2012; DAI et al., 2015. **A defasagem de conhecimento na prática na Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de energia eólica**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/338559440\\_A\\_defasagem\\_de\\_conhecimento\\_na\\_pratica\\_na\\_Avaliacao\\_de\\_Impacto\\_Ambiental\\_em\\_projetos\\_de\\_energia\\_eolica](https://www.researchgate.net/publication/338559440_A_defasagem_de_conhecimento_na_pratica_na_Avaliacao_de_Impacto_Ambiental_em_projetos_de_energia_eolica)>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

LAMARÃO, Sérgio Tadeu de Niemeyer. **A energia elétrica e o parque industrial carioca (1880-1920)**. Rio de Janeiro: CPDOC/FGV, 2012. Disponível em: <[http://www.ub.edu/geocrit/Simposio/cLamarao\\_Aenergia.pdf](http://www.ub.edu/geocrit/Simposio/cLamarao_Aenergia.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2021.

LA ROVÈRE, E.L. (2001) **Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal: demandas e propostas: metodologia de**

avaliação de impacto ambiental. Série meio ambiente em debate, Vol 37, Brasília: Ed. Ibama 54p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/93313/272361.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

LOSEKANN, Luciano; HALLACK, Michelle. **Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2019. Disponível em:<<file:///C:/Users/WINDOWS/Downloads/986-Texto%20do%20artigo-986-1-10-20201126.pdf>>. Acesso em: 02 de julho de 2021.

LOUREIRO, Caroline Vitor; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 24 - 38, July 2015. Disponível em:< <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/361>>. Acesso em: 05 de setembro de 2021.

LOVICH, J. E.; ENNEN, J. R. **Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife**. Disponível em:< <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70041727>>. Acesso em: 23 de novembro de 2021.

MALAGUETA, D.; SZKLO, A.; SORIA, R.; DUTRA, R.; SCHAEFFER, R.; BORBA, B. **Potential and impacts of Concentrated Solar Power (CSP) integration in the Brazilian electric power system**. Renewable Energy, v. 68, p. 223–235, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021.

MENDONÇA, Rita. **Conservar e criar: natureza, cultura e complexidade**. Editora Senac São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://www.epsjv.fiocruz.br/upload/monografia/13.pdf>>. Acesso em: 05 de agosto de 2021.

MONTEZANO, B. E. M. **Estratégias para identificação de sítios eólicos promissores usando sistema de informação geográfica e algoritmos evolutivos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvH/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

MOURA-FÉ, M.M.; PINHEIRO, M.V.A. **Os parques eólicos na zona costeira do Ceará e os impactos ambientais associados**. Revista Geonorte, V.9, N.1, p.22-41, 2013. (ISSN – 2237-1419). Disponível em:<<https://www.redalyc.org/pdf/4966/496654015013.pdf>>. Acesso em: 06 de setembro de 2021.

OLIVEIRA, Cláudia Braga Jacques Foss de. **Análise do Setor de Energias Renováveis utilizando a Prospecção Tecnológica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132645/000852309.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. (2006). **Conjuntura e Planejamento**, Salvador: SEI, (149), 4-11.

PAZHERI, F. R.; OTHMAN, M. F.; MALIK, N. H. **A review on global renewable electricity scenario**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, n. 31, p. 835-845, 2014. Disponível em:< <https://www.redalyc.org/pdf/928/92853780016.pdf>>. Acesso em: 23 de agosto de 2021.

REN21. **Renewables 2015 Global Status Report**. Paris: REN21 Secretariat, 2015. Disponível em: <[https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/268/4/tcc\\_reuler%20pereira.pdf](https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/268/4/tcc_reuler%20pereira.pdf)>. Acesso em: 02 de setembro de 2021.

RESAN – Projetos, Construções e Consultoria LTDA. **Relatório de Impacto Ambiental da Central de Geração Eólica Pau Brasil**. Fortaleza, 2011. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/X-002.pdf>>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

RODRIGUES, D.; MATAJS, R.. **Um banho de sol para o Brasil: o que os aquecedores solares podem fazer pelo meio ambiente e a sociedade**. São Lourenço da Serra: *Vitae Civilis*, 2005. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/25918/1/2016\\_tcc\\_ecsousaneto.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/25918/1/2016_tcc_ecsousaneto.pdf)>. Acesso em: 02 de setembro de 2021.

SAIDUR, R.; RAHIM, N. A. ; ISLAM, M. R. ; SOLANGI, K. H. **Environmental impact of wind energy**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, p. 2423–2430, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/mercator/a/JRtprDJJnXZT3kfDx3Dw8qy/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 04 de setembro de 2021.

SANTOS, M. J.; FERREIRA, P.; ARAÚJO, M.; PORTUGAL-PEREIRA, J.; LUCENA, A. F. P.; SCHAEFFER, R. **Scenarios for the future Brazilian power sector based on a multicriteria assessment**. *Journal of Cleaner Production*, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhvH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 05 de julho de 2021.

SUNERGIA. **Mercado fotovoltaico 2018: Geração distribuída Energia Solar**, 2018. Disponível em: <<https://sunergia.com.br/blog/mercado-fotovoltaico-2018-geracao-distribuida-energia-solar/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2021.

TAVARES, Paula Rodrigues. **Impactos ambientais na avifauna associados às transformações da paisagem no parque eólico tramandaí - rio grande do sul**, 2020. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213852/001117111.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

TERCIOTE, Ricardo. **Eficiência energética de um sistema eólico isolado**. UNICAMP, Campinas: 2015. Disponível em:<[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/energias\\_renovaveis.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/energias_renovaveis.pdf)>. Acesso em: 06 de outubro de 2021.

TURNEY, D. & FTHENAKIS, V., 2011. **Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants**. Journal Elsevier, agosto, Volume 15, p. 3261–3270. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3467/2519](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467/2519)>. Acesso em: 12 de setembro de 2021.

VILLEY-MIGRANE. **Marjolaine. Eoliennes, sons et infrasons: effets de l'eolien industriel sur la sante des hommes**, 2004. Disponível em:<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_248\\_434\\_34245.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_248_434_34245.pdf)>. Acesso em 23 de outubro de 2021.



## ANEXO I

**Tabela 1:** Impactos ambientais da Energia Eólica, segundo o meio impactado e a natureza do impacto de acordo com os Relatórios de Impacto Ambiental.

**Tabela 2:** Impactos ambientais da Energia Eólica segundo o meio impactado e a natureza do impacto de acordo com os Relatórios de Impacto Ambiental.

**Tabela 1:** Impactos ambientais da Energia Eólica, segundo o meio impactado e a natureza do impacto de acordo com os Relatórios de Impacto Ambiental.

Impactos		Fases do empreendimento			Natureza do impacto		Reversão do impacto		Derivação do impacto		Abrangência do impacto		Ocorrência do impacto			Dinâmica do impacto		
		1	2	3	-	+	R	I	D	IN	L	REG	C	M	L	T	P	
Meio Físico	Solo	Formação de processos erosivos		X		X		X		X		X			X		X	
		Poluição do solo		X	X	X		X		X		X		X			X	
		Contaminação do solo por óleo, graxas e produtos químicos em geral		X	X	X		X		X		X		X			X	
		Alteração da paisagem		X	X	X			X	X		X				X		X
	Água	Aumento do escoamento das águas superficiais		X		X		X		X		X		X			X	
		Contaminação nas águas		X		X		X		X		X		X			X	
Ar	Poluição do ar		X		X		X		X		X		X			X		
Meio Biótico	Fauna	Fuga e afugentamento da fauna		X		X		X		X		X		X			X	
		Morte de animais e da fauna voadora		X	X	X			X	X		X		X				X
	Flora	Perda da diversidade vegetal local		X		X		X		X		X		X				X
Meio Antrópico	Socioeconômico	Expectativas favoráveis na população de entorno	X	X			X	X		X		X		X			X	
		Empregos diretos e indiretos		X	X		X	X		X		X		X			X	
		Produção de energia limpa de fonte renovável			X		X		X	X			X			X		X
		Acidentes de trabalho		X	X	X		X		X		X		X			X	
		Alteração da paisagem		X	X	X	X		X	X		X				X		X
		Poluição sonora		X	X	X		X		X		X		X			X	
	Turismo local			X		X		X		X		X					X	

**Tabela 2:** Impactos ambientais da Energia Solar, segundo o meio impactado e a natureza do impacto de acordo com os Relatórios de Impacto Ambiental.

Impactos		Fases do empreendimento			Natureza do impacto		Reversão do impacto		Derivação do impacto		Abrangência do impacto		Ocorrência do impacto			Dinâmica do impacto		
		1	2	3	-	+	R	I	D	IN	L	REG	C	M	L	T	P	
Meio Físico	Solo	Aceleração de processos erosivos		X	X	X		X		X		X			X		X	
		Alteração da paisagem		X	X	X			X	X		X				X		X
		Poluição do solo		X		X		X		X		X		X			X	
		Contaminação do solo		X		X		X		X		X		X			X	
	Água	Diminuição da superfície de infiltração		X	X	X			X	X		X				X		X
		Alteração do escoamento e fluxo superficial das águas		X	X	X		X		X		X		X			X	
Ar	Poluição do ar		X		X		X		X		X		X			X		
Meio Biótico	Fauna	Afugentamento da fauna		X	X	X			X	X		X				X		X
		Morte de animais		X		X			X	X		X				X		X
		Alteração da paisagem		X	X	X			X	X		X				X		X
	Flora	Diminuição da biodiversidade local		X	X	X			X	X		X				X		X
Meio Antrópico	Socioeconômico	Expectativas da população em relação ao empreendimento	X	X			X	X		X		X		X			X	
		Aumento da oferta de emprego		X			X	X		X		X		X			X	
		Alteração da paisagem			X		X		X	X		X				X		X
		Acidentes de trabalho		X		X		X		X		X		X			X	
		Oferta de energia elétrica de fonte limpa			X		X		X	X			X			X		X
		Turismo local			X		X		X	X		X				X		X
		Poluição do ar		X		X		X		X		X		X			X	

Legenda: Fases: 1- Planejamento; 2- Implantação; 3- Operação. Natureza do impacto: (-) negativa; (+) positiva; Reversão: R- Reversível; I- Irreversível; Derivação: D- Direto; IN- Indireto; Abrangência: L- Local; REG- Regional; Ocorrência: C- Curto; M- Médio; L- Longo; Dinâmica: T- Temporário; P- Permanente.

## Anexo II

**Tabela 3:** Capacidade instalada de Geração Eólica e Solar dos empreendimentos que constituem os RIMAS.

TIPO DE GERAÇÃO DE ENERGIA	ANO DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO DO RIMA	LOCAL DO EMPREENDIMENTO	CAPACIDADE INSTALADA
Energia Eólica	2014	Complexo Eólico Harmonia	Ibiapina/CE	239,2 MW
Energia Eólica	2013	Central Eólica Santa Mônica	Trairi/CE	21,0 MW
Energia Eólica	2015	Complexo Eólico Serra Azul	SC	648 MW
Energia Eólica	2020	Central Eólica Trairi LTDA	Trairi/CE	25,4 MW
Energia Eólica	2019	Complexo Eólico Ventos de Icapui/São Felício	Aracati/CE	41,6 MW/45 MW
Energia Eólica	2018	Complexo Eólico Ibiapaba Sul	Ibiapaba/CE	974,6 MW
Energia Eólica	2015	Complexo Eólico Piauí	Lagoa do Barro do Piauí/PI	255,0 MW
Energia Eólica	2017	Complexo Eólico Tamboril	Morro do Chapéu/BA	150 MW
Energia Eólica	2012	Complexo Eólico Nova Laguna	Laguna/SC	150 MW
Energia Solar	2020	Central Geradora Solar Fotovoltaica Jurupaiti Spe LTDA	Currais Novos/RN	351 MW
Energia Solar	2014	Usina Fotovoltaica Massapê	Massapê/CE	30 MW
Energia Solar	2019	Usina Solar Fotovoltaica - UFV Lavras	Caucaia/CE	196,04 MW
Energia Solar	2019	Complexo Solar Fotovoltaico Alex (CSFA)	Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte/CE	230 Kw
Energia Solar	2019	Complexo Fotovoltaico Mauriti e Sistemas Associados	Milagres e Mauriti/CE	343,77 MW
Energia Solar	2018	Complexo Solar Fotovoltaico Bom Lugar Norte	Icó/CE	217,8 MW
Energia Solar	2012	Central Geradora Solar Fotovoltaica Tauá	Tauá/CE	50 MW
Energia Solar	2021	Usina Solar Fotovoltaica (UFV) Poço da Areia	Canindé de São Francisco/SE	100 MW
Energia Eólica/Solar	2018	Complexo Eólico-Solar Serra da Babilônia	Morro do Chapéu/BA	119,85 MW/152,52 MWp