



Cap QCO Dir Wanderson Carvalho Silva

**USO DA ENERGIA SOLAR EM ORGANIZAÇÕES MILITARES NA ÁREA DA 7ª  
REGIÃO MILITAR**

**Recife  
2019  
Cap QCO Dir WANDERSON CARVALHO SILVA**

## **USO DA ENERGIA SOLAR EM ORGANIZAÇÕES MILITARES NA ÁREA DA 7ª REGIÃO MILITAR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Formação  
Complementar do Exército / Escola de  
Aperfeiçoamento de Oficiais como  
requisito parcial para a obtenção do Grau  
Especialização em Ciências  
Militares.

**Orientador: TC Int Gustavo Araújo Delgado**

**Recife  
2019**

Cap QCO Dir WANDERSON CARVALHO SILVA

## **USO DA ENERGIA SOLAR EM ORGANIZAÇÕES MILITARES NA ÁREA DA 7ª REGIÃO MILITAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação Complementar do Exército / Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais como requisito parcial para a obtenção do Grau Especialização em Ciências Militares.

Aprovado em

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

---

GUSTAVO ARAÚJO DELGADO – TC – Avaliador 1

---

MARCO ALEXANDRE LISBOA – Cel – Avaliador 2

## SUMÁRIO

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2</b>  | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>9</b>  |
| 2.1       | A BUSCA POR ALTERNATIVAS PARA A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....                              | 9         |
| 2.2       | MATRIZ ENERGÉTICA E UM BREVE HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR.....                                   | 11        |
| 2.3       | CONSTITUIÇÃO, ORDENAMENTO JURÍDICO E MEIO AMBIENTE.....  | 15        |
| 2.4       | A ORDEM ECONÔMICA NA CONSTITUIÇÃO FEDERAL E A SUSTENTABILIDADE.....                            | 17        |
| 2.5       | A ATUAL REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA PELA FONTE SOLAR.....                                  | 18        |
| 2.6       | O POTENCIAL DA REGIÃO NORDESTE PARA EXPLORAÇÃO DA GERAÇÃO DA<br>ENERGIA PELA FONTE SOLAR ..... | 20        |
| 2.7       | APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DO<br>EXÉRCITO.....                 | 23        |
| <b>3</b>  | <b>METODOLOGIA.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>5</b>  | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>29</b> |
|           | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>32</b> |

# USO DA ENERGIA SOLAR EM ORGANIZAÇÕES MILITARES NA ÁREA DA 7ª REGIÃO MILITAR

Wanderson Carvalho Silva<sup>1</sup>

## RESUMO

O presente trabalho focalizou estudar e avaliar as razões precedentes e a possibilidade da utilização da energia solar como uma opção e uma tendência na necessária diversificação da matriz energética do país e em especial das Organizações Militares do Exército Brasileiro situadas na região Nordeste. Nesse sentido buscou-se traçar os principais caracteres da energia solar, destacando seu principal atributo que é ser uma energia limpa e renovável, e que se coaduna com o esforço global de preservação do meio ambiente, consubstanciado em diversos tratados e instrumentos jurídicos de Direito Internacional. Estes trazem a ideia de sustentabilidade como um núcleo central. O texto divide-se em uma introdução que dá um panorama geral acerca da temática estudada, e em seguida se subdivide em 7 (sete) tópicos específicos que discutem a busca por alternativas para a matriz energética brasileira, a matriz energética e um breve histórico da energia solar, a constituição, o ordenamento jurídico e o meio ambiente, a ordem econômica e a sustentabilidade, a atual regulação da geração de energia solar, o potencial do Nordeste, especificamente na região do semi-árido, na geração dessa energia, e o aproveitamento da energia solar nas Organizações Militares do Exército. Buscamos chamar atenção para a viabilidade econômica da opção por esta matriz comparando o consumo e o valor médio gasto com energia elétrica em detrimento de uma simulação genérica do custo do investimento para implantação do sistema de geração, em 3 (três) Unidades situadas na região do semi-árido. O estudo levá-los a conclusão de que é viável a implantação desse tipo de geração de energia não só pela economia gerada ao longo do período de vida útil do sistema como dos benefícios incrementais gerado ao meio ambiente com a geração de energia renovável e limpa.

**Palavras-chave:** Energia Solar. Sustentabilidade. Organizações Militares. Nordeste

## ABSTRACT

The present work focused on studying and evaluating the preceding reasons and the possibility of using solar energy as an option and a trend in the necessary diversification of the country's energy matrix and especially of the Brazilian Army Military Organizations located in the Northeast. In this sense, we sought to trace the main characters of solar energy, highlighting its main attribute that is to be a clean and renewable energy, and which is consistent with the global effort to preserve the environment, embodied in various treaties and legal instruments of International Law. They bring the idea of sustainability as a core. The text is divided into an introduction that gives an overview of the theme studied, and then is subdivided into 7 (seven) specific topics that discuss the search for alternatives to the Brazilian energy matrix, the energy matrix and a brief history of solar energy, the constitution, the legal system and the environment, the economic order and sustainability, the current regulation of solar energy generation, the potential of the Northeast, specifically in the semi-arid region, in the generation of this energy, and the use of energy in the Army's Military Organizations. We seek to draw attention to the economic viability of opting for this matrix by comparing the consumption and the average amount spent on electricity to the detriment of a generic simulation of the investment cost for the implementation of the generation system, in 3 (three) Units located in the region semi-arid. The study leads them to the conclusion that it is feasible to deploy this type of power generation not only for the savings generated over the life of the system but also for the incremental environmental benefits generated by renewable and clean power generation.

**Keywords:** Solar energy. Sustainability. Military Organizations. Northeast.

---

<sup>1</sup> Capitão QCO de Direito da turma de 2011. Especialista em Aplicações Complementares às Ciências Militares pela EsAEx em 2011. Mestrando em Direito e Desenvolvimento Econômico pelo Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÉ.

# USO DA ENERGIA SOLAR EM ORGANIZAÇÕES MILITARES NA ÁREA DA 7ª REGIÃO MILITAR

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo o estudo da utilização da energia gerada por fonte solar, analisando os aspectos legais, ambientais, tecnológicos, e financeiros, de sua utilização em Organizações Militares do Exército Brasileiro, em especial as localizadas no âmbito do Comando Militar do Nordeste e da 7ª Região Militar.

A energia é entendida como tudo aquilo capaz de produzir luz, calor, trabalho mecânico, radiação dentre outros fenômenos. É a essência básica de todas as coisas, possibilitando a ocorrência dos processos de interação, de propagação e de transformação que ocorrem no universo.

As temáticas da produção energética e do desenvolvimento sustentável adquiriram no meio acadêmico, político, social, e institucional, não só no Brasil, como também no mundo, muito relevo e interesse. São temas eminentemente transversais que envolvem a Economia, a Política, a Sociologia, a Geografia, a Ecologia, a Engenharia, o Direito e ainda as Ciências Militares.

As atividades humanas, tanto econômicas como as restritas ao meio social sempre estiveram muito ligadas à utilização da energia, especialmente a energia elétrica. Desde as primeiras descobertas científicas com a energia elétrica, das quais podem ser apontadas como marco, as pioneiras pesquisas do filósofo grego Tales de Mileto, e, até o início de sua utilização nos setores produtivos das civilizações, a energia elétrica sempre foi fator que teve papel indutivo, conduzindo ao desenvolvimento tanto no campo econômico e financeiro, quanto no social, e, no institucional.

No mundo contemporâneo, mormente face aos avanços tecnológicos experimentados, cada vez mais, as atividades humanas estão ligadas e dependentes da energia elétrica, pois, se observa, de um lado, um processo de “descarbonização” da matriz energética mundial, e de outro, o processo de “eletrificação” destas matrizes.

O acesso e disponibilidade da energia elétrica, e também, de sua ampliação, inclusive com o uso de novas formas de sua geração, transmissão e distribuição, tende a se configurar numa evolução positiva para a sociedade, dentro de uma perspectiva e uma de potencialidade de causar maior desenvolvimento econômico e institucional dos setores incumbidos de levar serviços às pessoas, e às cidades, o que inclui também, até mesmo algumas localidades mais afastadas das grandes aglomerações urbanas.

Considerado o estágio atual da industrialização e a revolução tecnológica comumente chamada de “4.0”, provocada pela difusão da internet e diversos equipamentos eletrônicos a ela conectados, acentuou-se a dependência que a vida cotidiana adquiriu do mundo virtual, que é ainda mais dependente do consumo de energia elétrica.

A grande maioria dos países, inclusive, os mais desenvolvidos, possuem em sua matriz energética, fontes não renováveis, como as derivadas de combustíveis fósseis, que agridem bastante a qualidade do meio ambiente, através da emissão de CO<sub>2</sub> (apontado por inúmeros estudos como a maior causa do aumento do efeito estufa e do aquecimento global), prejudicando indiretamente direitos difusos como o meio ambiente ecologicamente equilibrado, a saúde pública da coletividade, e a solidariedade intergeracional.

Nesse contexto, acrescentando-se ainda o crescimento do consumo, a finitude dos recursos naturais e a imperativa guinada em direção a uma maior preservação do meio ambiente, há um grande esforço da comunidade internacional, por meio de negociações e acordos entre as nações, para que se estas diversifiquem suas matrizes energéticas, estabelecendo metas de redução da emissão de CO<sub>2</sub>, e dos chamados Gases do Efeito Estufa (GEE), tendo como um dos focos, a geração de energia elétrica por fontes renováveis, em gradual substituição às fontes finitas e mais poluentes.

Após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo/1972), que foi marco do Direito Ambiental Internacional, questionamentos acerca da preservação do meio ambiente, ante a degradação causada pela atividade econômica, passaram a ser paulatinamente inseridos no direcionamento da evolução das tecnologias de forma a minimizar os impactos e a tornar as atividades econômicas alinhadas ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, ganha relevo a tecnologia de geração de energia elétrica pela fonte solar, pois agora, já na era da pós-modernidade, é possível afirmarmos que o mundo vive um novo processo de disrupção, que necessita e busca por uma matriz energética que traga vantagens não só econômicas, mas também socioambientais. Ou seja, que polua menos, cause menos impactos ao ecossistema, e que seja economicamente viável, ou, tenha possibilidade de se tornar viável.

No Brasil, face às questões ambientais, e também, em decorrências das “crises do setor elétrico” vivenciadas em 2001 e 2002, e mais recentemente em 2014, a evolução na legislação regulatória tem demonstrado uma tendência a uma diversificação da matriz energética nacional, isso com um direcionamento para as alternativas de fontes de energias limpas e renováveis.

Uma das mais promissoras alternativas nesse assunto é a energia advinda da fonte solar, justamente por conta do potencial climático e geográfico, que tem o Brasil.

O território brasileiro, por sua proximidade da linha equatorial, é abundante em incidência da irradiação solar, e, considerando-se os índices “solarimétricos” mais relevantes para a exploração dessa fonte de energia, o Brasil pode ser apontado como um dos grandes beneficiários da expansão dessa matriz, especialmente por conta dos potenciais desses índices no território dos Estados da região Nordeste.

O Exército Brasileiro, como uma das instituições de maior envergadura estratégica dentro do país, também está atento às evoluções tecnológicas no que tange à sua “matriz energética institucional”, dentro do contexto nacional e de suas atribuições constitucionais, com vistas a aproveitar as oportunidades advindas desse processo de transformação da matriz energética, e sofrer o menor impacto possível desse processo. Isso facilitará plenamente a adaptação a essa realidade, tanto no que tange à sua atividade-fim (operacional) quanto nas suas atribuições subsidiárias e administrativas.

Na análise dessas questões, o presente trabalho aborda e apresenta o uso da energia solar pelas Organizações Militares do Exército no âmbito da 7ª Região Militar, analisando de forma sintética, os aspectos legais, ambientais, tecnológicos e econômico-financeiros desse uso, enfatizando, o potencial do Nordeste do Brasil, especialmente as unidades sediadas nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte.



## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

No intuito de reunir e expor as nuances relacionadas à utilização da energia solar, dentro do escopo do presente trabalho, será descrito um referencial teórico abordando as alternativas para diversificação da matriz energética brasileira e a inserção da energia solar na diversificação dessa matriz, e buscando expressar o liame entre o ordenamento jurídico brasileiro e a sustentabilidade, e destacar a evolução da atual regulação que ampara a geração de energia pela fonte solar, e a oportunidade de aproveitamento dessa nova tecnologia nas organizações militares do Exército Brasileiro, especialmente nas unidades localizadas na Região nordeste face ao potencial de geração de energia solar nessa macrorregião.

### **2.1 A BUSCA POR ALTERNATIVAS PARA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

Após a constatação mundial de que a qualidade de vida das presentes gerações, e própria existência humana num futuro estariam em risco pela forma como os recursos naturais do planeta são até hoje utilizados, a preocupação com o meio ambiente passou a ser considerado um aspecto determinante na incessante busca das nações por um Desenvolvimento Sustentável (PORTELA, 2017, p. 461).

Disso decorreu a elaboração de diversos estudos com vistas a uma orientação global das medidas direcionadas para esse fim.

A geração, e o consumo de energia são uma das atividades que mais causam impactos ao meio ambiente, sendo objeto de formulação de políticas globais de redução desses impactos.

Não por outro motivo, os tratados e acordos internacionais sobre preservação do meio ambiente, especificamente acerca da questão da energia, em alinhamento com o atual estágio do conceito de sustentabilidade, têm focado suas disposições no incentivo às fontes de energia renováveis, e ainda na questão da eficiência energética (TAQUES; LOPES, 2016, p. 72).

No que tange à geração de energia, as políticas de redução de seus impactos, mormente se dão por meio da substituição das fontes de energia mais poluentes, por fontes consideradas “limpas”, e, das fontes advindas de recursos esgotáveis (como as derivadas do petróleo), por fontes renováveis e/ou inesgotáveis.

Já no que se refere ao consumo, em que pese não ser o alvo principal deste trabalho, as políticas de redução de impactos ambientais abordam com mais ênfase também a questão da eficiência energética e principalmente a conscientização por meio da educação ambiental.

O Brasil, muito embora apresente a fonte hidrelétrica, que é renovável, como a principal fonte dentro de sua matriz energética, sofreu inúmeros prejuízos sociais e econômicos, em decorrência dos eventos conhecidos como “Apagões”, ocorridos entre os anos de 2001 e 2002, que terminaram por ocasionar, um grande racionamento de energia com o fim de prevenir um colapso ainda maior no sistema elétrico brasileiro (AMADO, 2017, p. 874).

Com as crises no setor energético e com o crescimento do movimento global de combate ao aquecimento do planeta e preservação do meio ambiente, o poder público teve que dispensar uma maior atenção ao setor energético, o que terminou por ensejar significativas mudanças legislativas nos anos de 2001 e 2002, ainda em meio à crise, que consistiram, sobretudo, em redimensionar a geração de energia no país buscando uma diversificação na sua matriz energética e estabelecendo como meta a geração de energia por outras fontes renováveis, para além da hidrelétrica, como a eólica, de biomassa e solar.

A Lei nº 10.438, nascida em meio a esse contexto em abril de 2002, criou, dentre outras medidas, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que objetivava diversificar a matriz energética nacional aumentando a participação das fontes alternativas na geração energia elétrica produzida nacionalmente (TAQUES; LOPES, 2016, p. 79).

Esse programa, que inicialmente não contemplava a energia solar, foi a “mola propulsora” do desenvolvimento das energias alternativas, dando impulso inicialmente à expansão da energia eólica.

Somente com a edição pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) da Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012, a energia solar teve uma possibilidade maior de se expandir e de realmente se transformar em uma alternativa energética viável.

Essa Resolução veio obtendo aperfeiçoamentos ao longo dos anos, e isso, juntamente com uma tendência de redução de preços no custo dos equipamentos utilizados na instalação dos sistemas de geração de energia por meio da fonte solar

proporcionaram um crescimento da geração de energia solar, embora ainda não represente percentual significativo da matriz energética brasileira.

Neste contexto, o debate sobre se o uso da energia solar pelas OM do Exército Brasileiro pode ser viável e vantajoso dentro do contexto de adaptação a uma remodelação da matriz energética do país, começou a ser ampliado, e isso está materializado na formação de grupos de trabalho e de estudo, e na colocação da temática nas propostas de elaboração de trabalhos acadêmicos nas escolas de formação da instituição, do que atualmente já é possível se obter alguma perspectiva.

Esses estudos abrangem tanto o arcabouço normativo que indica uma possível expansão da geração de energia pela fonte solar, quanto às questões ambientais, econômicas, e sociais.

## 2.2 MATRIZ ENERGÉTICA E UM BREVE HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR

Segundo Amado (2017, p. 873), “o vocábulo *energia* significa força em ação, não podendo ser criada ou destruída, mas apenas captada e transformada. Por sua vez, as fontes de energia são elementos ou corpos que contém ou transformam a energia, a exemplo do sol e das usinas hidrelétricas”.

As fontes de energia se classificam em fontes renováveis, que são as que não se esgotam, ou seja, podem se renovar, a exemplo do sol e do vento, e fontes não renováveis, que, por sua vez, são as que se esgotam, a exemplo dos combustíveis fósseis, que, uma vez esgotada a capacidade do planeta em fornecê-la, não haverá mais como produzir energia através dela.

O sol é, sem dúvida, a maior fonte de energia que existe no planeta, dele emanando quase todas as outras fontes de energia (SIRVINSKAS, 2018, p. 444).

A descoberta da energia por irradiação solar tem origem nos experimentos do físico francês Edmond Becquerel<sup>2</sup>, a quem é atribuída a descoberta de sua origem, quando observado pela primeira vez o efeito fotovoltaico em 1839 (século XIX).

Por um longo período a energia solar foi vista como uma energia muito futurista e custosa, e que não chegaria a ser utilizada de maneira geral.

---

<sup>2</sup> INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO. Universidade Técnica de Lisboa. **Breve História da Energia Solar**. Disponível em: <<http://web.ist.utl.pt/palmira/solar.html>>. Acesso em 13 fev. 2019.

Já em meados de 1954, o químico americano Calvin Souther Fuller desenvolveu um processo de dopagem do silício e com o avanço dos experimentos conseguiu produzir e apresentar em abril do mesmo ano a primeira célula solar<sup>3</sup>.

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares (ANEEL, 2015).

Nos dias atuais, com a necessidade global de se produzir cada vez mais energia por fontes renováveis e limpas, em razão dos compromissos internacionais das nações de reduzir suas emissões de gases poluentes, a energia solar tem recebido investimentos maciços de grandes corporações privadas.

Sirvinskas (2018, p. 433), retrata como algumas grandes empresas mundiais estão atentas para o investimento em energias renováveis:

*a Google está construindo uma usina solar gigantesca – a Ivanpah Solar Electric Generating System. Ela se localiza no deserto de Mojave, no sul da Califórnia, e é a maior usina solar dos EUA. Terá a capacidade de gerar eletricidade suficiente para abastecer 140 mil residências. Sozinha vai aumentar em 60% a produção de energia solar nos EUA. O investimento foi de US\$ 2,2 bilhões e teve a parceria das empresas BrightSource e NRG Energy. A usina ocupa uma área de 1.300 campos de futebol com 346 mil espelhos.*

Essa preocupação com a sustentabilidade do setor energético em outros países também se relaciona com o gradativo aumento no consumo de energia elétrica impulsionado pelo aumento cada vez maior da dependência da vida cotidiana do uso de equipamentos como *smartphones*, *tablets*, *smartwatches*, *notebooks*, dentre outros. Basta dizer que a Google e o Facebook consomem sozinhos mais energia que alguns pequenos países (SIRVINSKAS, 2018 p. 432).

Vale lembrar ainda, que em um prazo relativamente médio, o consumo de energia elétrica será fortemente impactado pelo setor de transportes em razão da perspectiva de substituição dos veículos movidos a combustíveis fósseis por carros

---

<sup>3</sup> PORTAL SOLAR. História da energia solar: como tudo começou. Disponível em <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-da-energia-solar-como-tudo-comecou.html>>. Acesso em 22 set. 2019.

elétricos. Processo esse que já se iniciou em alguns países, restando saber se os “abastecimentos” desses veículos serão feitos em postos de abastecimento, como é atualmente, ou nas próprias residências dos usuários, o que refletiria uma mudança de hábito social, e certamente um impacto positivo no mercado de geração de energia elétrica pela fonte solar.

No Brasil apesar de não encontrarmos investimentos da magnitude de outros países onde a energia solar é mais difundida como os Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Japão, há uma tendência de expansão do mercado de geração de energia renovável no Brasil, nesse sentido, segundo Silva (2015, p. 29), a perspectiva de expansão da energia eólica é, também, oportunidade para crescimento da energia solar visto que as energias eólica e solar, podem operar em regime complementaridade, já que as duas tem a característica de ser intermitentes, ou seja, uma gera mais energia à noite (eólica) e a outra produz sua energia durante o dia (solar).

A empresa Renova Energia, uma das líderes da energia eólica no Brasil, anunciou o início da construção, ainda no ano de 2014, do primeiro complexo híbrido de geração de energia solar e eólica do Brasil (SILVA, 2015, p. 29).

Hoje iniciativas como esta já se espalharam por todo o país, com destaque para o Estado de Minas Gerais e os Estados do Nordeste.

Essa tendência de expansão é confirmada pela ANEEL, que em dados fornecidos pelo seu Banco de Informações de Geração (BIG) em consulta feita no dia 11 de fevereiro de 2019<sup>4</sup>, informou que dos empreendimentos de geração de energia, dentre todas as fontes na situação de “em operação”, as do tipo Central Geradora Solar fotovoltaica (UFV) representam **1,21%** do total, enquanto que dos empreendimentos “em construção” no país, as do tipo Central Geradora Solar fotovoltaica (UFV) representam **5,61%**.

Essa mesma consulta desta vez realizada no dia 27 de setembro de 2019, já apresentou que dos empreendimentos “em operação” as do tipo Central Geradora Solar fotovoltaica (UFV) agora representam **1,36%** do total, já dos empreendimentos “em construção” esse percentual passou a ser de **8,7%**, conforme se verifica da figura 1 e 2 abaixo.

---

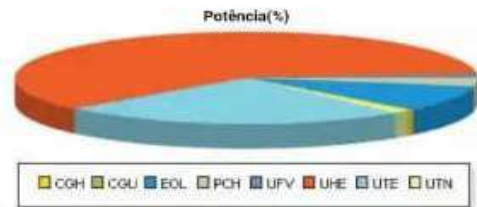
<sup>4</sup> ANEEL. BIG – Banco de Informações de Geração. Atualizado em 11/02/2019. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acessos em 11 fev. 2019 e 27 set. 2019.

**Figura 1. Banco de Informações de Geração (BIG) – Empreendimentos em Operação**

| Empreendimentos em Operação |              |                         |                           |            |
|-----------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|------------|
| Tipo                        | Quantidade   | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada (kW) | %          |
| CGH                         | 713          | 744.410                 | 744.224                   | 0,45       |
| CGU                         | 1            | 50                      | 50                        | 0          |
| EOL                         | 618          | 15.163.989              | 15.145.093                | 9,06       |
| PCH                         | 425          | 5.277.049               | 5.232.466                 | 3,13       |
| UFV                         | 3.052        | 2.267.679               | 2.267.554                 | 1,36       |
| UHE                         | 217          | 102.932.608             | 100.834.417               | 60,32      |
| UTE                         | 3.022        | 42.492.255              | 40.948.974                | 24,5       |
| UTN                         | 2            | 1.990.000               | 1.990.000                 | 1,19       |
| <b>Total</b>                | <b>8.050</b> | <b>170.868.040</b>      | <b>167.162.778</b>        | <b>100</b> |

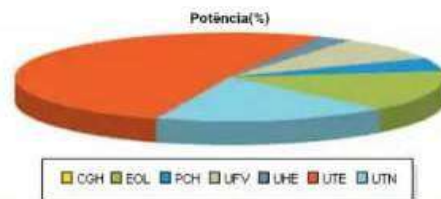
Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Fonte: ANEEL. Informação obtida em 27 de setembro de 2019 ao acessar: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Observar na tabela o "Tipo" UHV.



**Figura 2. Banco de Informações de Geração (BIG) – Empreendimentos em Construção**

| Empreendimentos em Construção |            |                         |            |
|-------------------------------|------------|-------------------------|------------|
| Tipo                          | Quantidade | Potência Outorgada (kW) | %          |
| CGH                           | 4          | 8.512                   | 0,11       |
| EOL                           | 54         | 1.116.360               | 14,89      |
| PCH                           | 28         | 349.829                 | 4,66       |
| UFV                           | 24         | 652.496                 | 8,7        |
| UHE                           | 2          | 177.900                 | 2,37       |
| UTE                           | 83         | 3.844.736               | 51,26      |
| UTN                           | 1          | 1.350.000               | 18         |
| <b>Total</b>                  | <b>196</b> | <b>7.499.833</b>        | <b>100</b> |



Fonte: ANEEL. Informação obtida em 27 de setembro de 2019 ao acessar: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Observar na tabela o Tipo UHV.

A energia solar tem sido objeto de significativos avanços, e isso, somado à queda nos preços dos equipamentos, tem possibilitado a expansão do setor não só dos empreendimentos de geração centralizada (usinas solares) como também do incremento na geração distribuída que é aquela energia produzida pelo consumidor comum em sua residência ou estabelecimento.

Na geração distribuída também se observa ainda que há muito a avançar, pois, Nascimento (2017, p. 29) afirma que apesar do significativo crescimento, o número de unidades com geração fotovoltaica distribuída ainda é pequeno, principalmente se verificarmos o potencial brasileiro de aproveitamento da fonte e a forma como a fonte solar é aproveitada em outras partes do mundo.

O Brasil possui atualmente cerca de 77 milhões de unidades consumidoras de energia elétrica. Portanto, apenas 0,01% das unidades consumidoras, ou uma a cada dez mil, possuem painéis fotovoltaicos instalados.

Para termos uma ideia do quanto ainda é possível avançar, citamos o exemplo da Austrália, em que uma a cada cinco ou seis residências possui sistemas fotovoltaicos (NASCIMENTO, 2017, p. 29).

### 2.3 CONSTITUIÇÃO, ORDENAMENTO JURÍDICO E MEIO AMBIENTE

A Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB), promulgada em 5 de outubro de 1988, além de seu papel maior de inaugurar uma nova ordem jurídica, ao tratar especificamente sobre o Meio Ambiente em seu Capítulo VI, terminou por incorporar ao seu texto as tendências difundidas e defendidas, à época, nos fóruns mundiais de discussão acerca da preservação ambiental.

A CRFB adotou, ainda que de maneira mais implícita, o conceito de Desenvolvimento Sustentável constante do relatório “**Nosso Futuro Comum**” (*Our Common Future*), ora conhecido como “Relatório *Brundtland*”, que fora elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU).

O célebre relatório conceituou o Desenvolvimento sustentável<sup>5</sup> como:

*O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais (NOSSO FUTURO COMUM, 1988).*

A CFRB incorporou parcela desta ideia contida no Relatório Brundtland, impondo a todos o dever de preservar o meio ambiente para as presentes e as futuras gerações, conforme descrito no caput do seu art. 225:

*Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*

Dentro do arcabouço jurídico brasileiro e à nível infraconstitucional, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto 1981, veio instituir a Política Nacional do Meio Ambiente, que

---

<sup>5</sup> Registre-se que há uma aprofundada discussão doutrinária quanto ao conceito de Desenvolvimento sustentável, no sentido de buscar diferenciá-lo do conceito de sustentabilidade.

dentre outras disposições, estruturou os órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), expressou os princípios e objetivos que devem ser perseguidos por essa política, e, ainda, dispôs sobre os instrumentos para a consecução da proteção ambiental.

Assim, dentro do enfoque pretendido por esta pesquisa, de forma sintética, convém mencionarmos textualmente os dispositivos da lei em comento, que dão lastro às ideias que o trabalho pretende expor, quais sejam os artigos 2º, incisos II e VI, 4º, incisos I e IV, e art. 9º, inciso V, *in verbis*:

*Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:*

*II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;*

*VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;*

*[...]*

*Art 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:*

*I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;*

*IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;*

*[...]*

*Art 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:*

*V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental.*

Da interpretação sistemática dos dispositivos mencionados, é possível inferir que buscar a utilização de meios de produção de energia renovável e limpa, em particular por meio da geração da energia solar, significa, ao mesmo tempo, racionalizar o uso do solo, e também do ar.

A compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico e ainda, o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias orientadas para o uso racional de recursos ambientais estão em sinergia com a evolução e a difusão da exploração do setor de geração de energia por fontes renováveis dentre as quais sem encontra a fonte solar.



Nesse diapasão, o legislador, acertadamente, elencou os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, como instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, voltados para a melhoria da qualidade ambiental.

## **2.4 A ORDEM ECONÔMICA NA CONSTITUIÇÃO FEDERAL E A SUSTENTABILIDADE**

É certo que o Estado brasileiro, em que pese ter características preponderantemente neo-liberais, também traz arraigado em seu bojo o intervencionismo econômico. Exercido, dentre outras formas, por meio da regulação. Assim, tem o Estado um papel fundamental no desenvolvimento da atividade econômica do país, seja adotando medidas de incentivo aos agentes atuantes no mercado, ou na própria regulação da atividade.

Nesse sentido, nos informa o art. 174 da Constituição Federal, ao dispor que: “[...] *como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo, e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado*”.

Desta feita, ao voltar sua preocupação para a diversificação de sua matriz energética, e para a proteção do meio ambiente, por meio de expansão da geração de energia renovável, o Estado inexoravelmente terá que planejar, de que forma pretenderá desenvolver essas atividades e atingir o objetivo.

O fato de o legislador pátrio ter previsto “os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental”, como um instrumento de realização da Política Nacional do Meio de Ambiente, agrega ainda mais importância ao fomento do desenvolvimento e da expansão das fontes alternativas de geração de energia, o que se enquadra perfeitamente na citada disposição legal.

Vemos, então, a formação de uma promissora tríade entre: (i) a defesa do meio ambiente; (ii) a eficiência energética; e (iii) o desenvolvimento socioeconômico (vide art. 219 da CRFB), provocando um verdadeiro diálogo de fontes.

## 2.5 A ATUAL REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA PELA FONTE SOLAR

Como já mencionado, o Brasil desde o início deste século XXI vem passando por diversas revisões legislativas no seu arcabouço jurídico atinente à energia visando a otimização desse setor.

Tudo isso, somado à preocupação ambiental, foi ocasionado, em um passado recente, por algumas crises energéticas de grandes proporções e inúmeras conseqüências deletérias, especialmente para a economia do país.

Desde então, os poderes da República esforçaram-se em encontrar soluções para o problema, revisando e modernizando a legislação, investindo mais em geração de energia alternativa, visando diversificar a matriz energética, e aperfeiçoando o planejamento do setor energético como um setor estratégico para a economia do país.

Dentre as mudanças legislativas que merecem destaque, citamos a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispôs sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, visando tanto à alocação eficiente de recursos energéticos quanto à preservação do meio ambiente.

Diversas outras ações foram adotadas pelo poder público, dentre elas a criação de programas como o “Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de energia elétrica” (PROINFA), que a despeito de não citar nominalmente a energia solar, buscou aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, com base em fontes alternativas dentre outras disposições (Lei nº 10.438/02).

A Lei de comercialização de Energia Elétrica, Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, também apresentou disposições no sentido de contemplar na regulação da comercialização de energia aquela produzida por fontes alternativas, como fez nos incisos II e III do §5º do art. 2º, do qual citamos seu texto *in verbis*:

*Art. 2º As concessionárias, as permissionárias e as autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN deverão garantir o atendimento à totalidade de seu mercado, mediante contratação regulada, por meio de licitação, conforme regulamento, o qual, observadas as diretrizes estabelecidas nos parágrafos deste artigo, disporá sobre:*

*[...]*

*§ 5º Os processos licitatórios necessários para o atendimento ao disposto neste artigo deverão contemplar, dentre outros, tratamento para:*

*II - energia proveniente de novos empreendimentos de geração; e*

*III - fontes alternativas.*

Nota-se que desde o início dos anos 2000, há uma paulatina inserção da geração alternativa de energia na regulação do setor elétrico, o que pode incentivar aos investidores desse setor a cada vez mais, buscar influenciar nas decisões do planejamento do Estado, e por outro lado exigirá por parte do poder público uma maior atenção.

No que tange especificamente à energia solar, Nascimento (2017, p. 27) aponta como um marco que beneficiou o interesse pela geração por esta fonte, a edição da Resolução Normativa da ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, assim aduzindo:

*Em 2012, a ANEEL deu grande passo para ampliar a geração de energia solar fotovoltaica em unidades consumidoras ao editar a Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, criando o sistema de compensação de energia, no qual injeta-se a energia produzida na rede, sendo tal energia abatida do consumo da própria unidade ou de outra do mesmo titular.*

A partir desse marco, a geração distribuída de energia solar fotovoltaica começou de fato a avançar no País.

Nascimento (2017, p. 29), afirma ainda que se observou um grande crescimento do número de unidades consumidoras com painéis fotovoltaicos a partir de 2014, atingindo um total de 8.818 unidades e 67 MWp de capacidade instalada até fevereiro de 2017.

Segundo a ANEEL<sup>6</sup>, A fonte mais utilizada para micro e minigeração distribuída, pelos consumidores brasileiros, é a solar fotovoltaica, com 82,6 mil micro e mini usinas e cerca de 870 megawatts (MW) de potência instalada. Ou seja, em um período de 28 meses, houve um crescimento de aproximadamente 936% o número unidades consumidoras derivadas de micro e minigeração distribuída. Isso equivale a uma média de 2.635 novas unidades consumidoras com geração de energia oriunda de painéis fotovoltaicos.

---

<sup>6</sup> ANEEL. Brasil ultrapassa marca de 1 GW em geração distribuída. Publicado em 11 jun. 2019. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-marca-de-1gw-em-geracao-distribuida/656877](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-marca-de-1gw-em-geracao-distribuida/656877)>. Acesso em 27 set. 2019.

## 2.6 O POTENCIAL DA REGIÃO NORDESTE NA EXPLORAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA PELA FONTE SOLAR

A região Nordeste, é a região do Brasil que tem o maior potencial para a utilização e desenvolvimento da geração de energia pela fonte solar. Essa afirmação baseia-se principalmente nas características climáticas e geográficas da região, que possui um dos maiores valores nos seus índices solarimétricos do mundo.

Outro fator importante é que a região apresenta grande potencial para utilização de espaços destinados à geração de energia elétrica pela fonte solar. A terra, principalmente no semiárido, é subutilizada sob o ponto de vista econômico.

Consideradas essas características climáticas e de irradiação solar que favorecem a exploração deste tipo de geração de energia, de acordo com diversos estudos científicos, no Brasil o grande destaque realmente fica com a Região Nordeste.

Segundo Pereira (2017, p. 67), “a região Nordeste apresenta o maior potencial solar, com valor médio do total diário da irradiação global horizontal de 5,49 kWh/m<sup>2</sup> e da componente direta normal de 5,05 kWh/m<sup>2</sup>”.

As regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentam totais diários próximos para a irradiação global horizontal em torno de 5,07 kWh/m<sup>2</sup>.

Nesse sentido corroborando com a idéia da potencialidade das áreas da região Nordeste para o desenvolvimento da geração de energia pela fonte solar, e da oportunidade de colaborar com o desenvolvimento socioeconômico regional, segundo Pereira (2017, p. 68):

*Esse cenário otimista decorre do fato do Brasil possuir, além da abundância da energia radiante do Sol, uma enorme extensão de áreas degradadas, ou de baixo valor econômico, para implantação de projetos de geração elétrica empregando tecnologia solar, e um sistema elétrico nacional interligado a um conjunto de hidroelétricas. Não obstante tais vantagens, um outro grande diferencial está alicerçado na possibilidade de transformação socioeconômica da população de baixa renda do semiárido nordestino através da micro e mini geração fotovoltaica distribuída e da aplicação da tecnologia solar para dessalinização e bombeamento de água, que pode se transformar em realidade através de novas políticas públicas para a promoção do desenvolvimento econômico regional e inclusão social.*

No Plano Decenal de Expansão de Energia de 2027, ao realizar a análise espacial da expansão do sistema de energia, EPE (2018, p. 219) concluiu que:

*[...] as usinas fotovoltaicas planejadas ocorrem no Nordeste (principalmente no semiárido) e no Sudeste, sendo áreas de elevada incidência de irradiação*

*solar. A expansão é de aproximadamente 7,5 GW para o próximo decênio, com o Nordeste apresentando 80% desse montante.*

Diante do cenário composto pela questão ambiental e pela expectativa do desenvolvimento econômico do setor de produção de energia elétrica pela fonte solar fotovoltaica, a contemplação da região Nordeste, a partir de sua vocação natural, para empreendimentos desta natureza é um fator que tem grande potencial de trazer, além dos demais benefícios já enunciados, desenvolvimento socioeconômico, e democratização do acesso a energia para a população da região, em especial, para sua área mais carente que é o semi-árido.

No entanto, essa expectativa otimista, encontra ainda diversos obstáculos e dificuldades, como a falta de incentivos, de financiamentos acessíveis, os altos custos dos equipamentos, o conhecimento acerca desse tipo de geração de energia, dentre diversos, fazendo-se necessário que o poder público não só na esfera federal, como também na esfera estadual e dos municípios, vislumbrem essa possibilidade de desenvolvimento, e fomentem a concretização das perspectivas otimistas do setor energético, dentre as instituições integrantes do poder público e principalmente da iniciativa privada.

No semiárido nordestino, em função das características climáticas e da histórica escassez de água, vislumbra-se ainda uma carência de atividades privadas e públicas, voltadas para aproveitamento do potencial que a região apresenta. Isso, em última análise, termina por proporcionar o subdesenvolvimento econômico e social da região e de sua população.

A geração e a ampliação do acesso à energia elétrica poderiam ser melhor explorados em áreas do semi-árido da região Nordeste, inclusive pelo setor público, de forma a servir também de modelo à iniciativa privada e a induzir a exploração das potencialidades regionais, o que se afiguraria uma exploração sustentável e alinhada com a atual política de preservação ambiental, motivo pelo qual esta viabilidade merece um estudo tendente a apontar as perspectivas para sua aplicação, incentivo e fomento.

Sob outro prisma, é notório que a energia elétrica fornecida pelas concessionárias distribuidoras, tem representado um custo muito elevado, e isso causa impacto tanto nas atividades dos órgãos do poder público, quanto também na

atividade econômica dos estabelecimentos privados, levando os gestores dessas entidades a pensar em alternativas hoje disponíveis para a redução desse custo.

Além disso, esse custo tem variado bastante em função de fatores que influenciam a oscilação do preço das tarifas de energia elétrica, impactando o planejamento e as atividades tanto dessas entidades do setor público como dos agentes econômicos atuantes no setor privado.

O Exército Brasileiro, por sua capilaridade, possui diversas organizações militares espalhadas pela região Nordeste, e algumas delas inseridas em regiões privilegiadas do ponto de vistas de potencial de exploração da energia solar.

No âmbito da área de responsabilidade da 7ª Região Militar, algumas estão localizadas no agreste e no sertão nordestino, que possuem como demonstrado, clima semi-árido e, índices de irradiação solar extremamente favoráveis ao desenvolvimento da geração de energia por essa fonte.

São os casos do: (i) 71º Batalhão de Infantaria Motorizado (71º BIMtz) em Garanhuns-PE; (ii) do 72º Batalhão de Infantaria Motorizado (72º BIMtz) em Petrolina-PE; (iii) do 31º Batalhão de Infantaria Motorizado (31º BIMtz) em Campina Grande-PB; e (iv) da 10ª Companhia de Engenharia de Combate (10ª Cia E Cmb), sediada em São Bento do Una-PE; e (v) do 1º Batalhão de Engenharia de Construção (1º BEC).

Além dessas OM, há outras que se encontram sediadas nas capitais e nas regiões metropolitanas das capitais nordestinas, que também apresentam grande potencial de utilização dessa fonte de geração de energia.

Com vistas a realizar uma demonstração prática da relação entre o consumo de energia elétrica e o custo do investimento na aquisição de um sistema de geração solar fotovoltaica, elencamos como modelos, 3 (três) dessas OM anteriormente citadas, quais sejam, o 31º BIMtz, 71º BIMtz, e a 16º RCMec, para comparar o valor médio do consumo mensal com o custo simulado do investimento no sistema como veremos um pouco mais adiante.

Esse trabalho, por sua temática ser multidisciplinar, em que pese ter sido dada bastante ênfase a área do Direito ambiental, é de grande valia por expor ideias que podem contribuir mostrando as utilidades, possibilidades e vantagens da geração própria de energia elétrica pela fonte solar, difundindo alguns conhecimentos sobre a geração deste tipo de energia, no âmbito do Exército, sendo

útil ainda, para que se identifiquem os óbices e as oportunidades advindas da opção dos comandos pela sua utilização no âmbito das Organizações Militares do Exército.

## **2.7 APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DO EXÉRCITO**

Há algum tempo o Exército Brasileiro vem vislumbrando que o desenvolvimento da utilização de fontes de energias alternativas pode ser de fundamental importância para garantir uma maior segurança energética de suas instalações, equipamentos e atividades, bem como, usufruir de uma autonomia e economia energética, e de recursos financeiros.

Exemplo disso, foi o Projeto-piloto de Segurança Energética Módulo 1<sup>7</sup> desenvolvido no ano de 2016 em parceria com a ITAIPU BINACIONAL e a Fundação Parque Tecnológico Itaipu, que consistiu num sistema de armazenamento de energia gerada por várias fontes ao mesmo tempo (híbrido).

Esse sistema foi instalado juntamente com uma “mini-geradora” de energia solar composta por 360 painéis fotovoltaicos, um “eletroposto” com capacidade para abastecimento de 2 (dois) veículos, e 1 (um) veículo elétrico em comodato.

É de se destacar que o pioneirismo na utilização da geração de energia solar no âmbito das Forças Armadas foi da Força Aérea Brasileira (FAB).

A FAB se espelhando na Força Aérea dos Estados Unidos, que no ano de 2016 já possuía 18 (dezoito) usinas solares, passou a realizar estudos sobre a questão, que concluíram que a geração de energia pela fonte solar poderia reduzir, em valor significativo, as faturas de energia elétrica de suas unidades, especialmente, as unidades que utilizavam “alto consumo” de energia, como as Bases Aéreas e as que operavam equipamentos de controle de tráfego aéreo.<sup>8</sup>

Nesse contexto, a FAB instituiu uma “comissão de implantação de sistemas de Geração de Energia no âmbito do Comando da Aeronáutica”, que desempenhou estudos considerando as variáveis da política ambiental, da redução de custos com energia elétrica, da realização de investimentos em eficiência energética, a

---

<sup>7</sup> “Itaipu e Exército inauguram sistema de energia para comunidades isoladas”. Disponível em <https://www.itaipu.gov.br/print/9361>. Acesso em: 25 abr. 2019.

<sup>8</sup> “FAB pode se tornar exemplo no aproveitamento de energia solar, diz Minas e Energia”. Disponível em <http://www.fab.mil.br/noticias/imprime/28103/INSTITUCIONAL>. Acesso em: 25 abr. 2019.

conscientização do efetivo, e fundamentalmente a busca e a avaliação de obtenção de fontes de energia de baixo custo.

O Exército Brasileiro, a exemplo da força “co-irmã” também vem tomando medidas tendentes a se atualizar e se aperfeiçoar na matéria de geração e consumo de energia elétrica de acordo com as novas fontes que vem sendo incrementadas na matriz energética nacional.

Uma demonstração disso, é que no presente ano de 2019, o Estado-Maior do Exército, por meio da Portaria nº 097-EME, de 4 ABR 19 (BE nº 15/2019), constituiu Grupo de Trabalho com a finalidade de “*propor soluções de racionalização de custos no âmbito do Exército Brasileiro, baseadas em **eficiência energética, geração de energia renovável e utilização do mercado livre de energia***”.

As atividades administrativas e de instrução das Organizações Militares, à exceção da instrução e do adestramento operacional, normalmente ocorrem no interior dos quartelamentos, demandando elevado consumo de elétrica para fazer frente às necessidades das atividades administrativas, e de instrução.

Por tratar-se de uma Força Terrestre, o transporte e a mobilidade, no âmbito do Exército Brasileiro, são realizados por meio terrestre, dependentes basicamente de combustíveis fósseis, tanto para o cumprimento de missões de caráter operacional quanto para as de caráter administrativo.

Uma perspectiva de longo prazo indica que os veículos terrestres passarão por um processo de “descarbonização”, que tende, inicialmente, a passar por uma hibridização, mesclando os combustíveis fósseis com a energia elétrica.

Isso impactará fortemente os meios de mobilidade do Exército Brasileiro e das demais Forças co-irmãs.

No que tange aos fatores de viabilidade de instalação de usinas de geração de energia solar, destacam-se dois: **(i)** os locais onde as tarifas são maiores; e **(ii)** os locais onde as taxas de insolação são mais altas.

Essas taxas de insolação ou de incidência solar sofrem influência, por sua vez, de dois outros fatores, quais sejam, a proximidade com a linha do equador e a baixa nebulosidade. Isso evidencia mais uma vantagem da implantação da geração da energia solar na área da região Nordeste.

Assim, torna-se claro que a instalação de um sistema de geração de energia solar deve ser precedida de um amplo estudo multidisciplinar, envolvendo estudos técnicos na área de para dimensionar o sistema, a demanda, e a equação



econômico-financeira, e, posteriormente a regularização administrativa alinhada às normas peculiares ao chamado “Direito da energia”, sub-ramo que vem ganhando destaque na comunidade jurídica atualmente.

### **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho teve por escopo analisar as características atuais e as perspectivas da geração de energia elétrica solar fotovoltaica, especialmente por unidades do Exército Brasileiro sediadas na região nordeste, tentando inferir de que forma podem impactar no desenvolvimento das atividades da instituição proporcionando economia de recursos financeiros e alinhamento aos ditames da sustentabilidade.

Quanto ao objetivo, a presente pesquisa intentou familiarizar o leitor com o problema levantado através de uma pesquisa exploratória que visa compreender o cenário atual ligado à geração de energia pela fonte solar como alternativa de fonte de energia renovável com o fim de, diante da viabilidade do uso desta fonte no Exército Brasileiro, analisar as possibilidades e as vantagens no fomento do desenvolvimento dessa nova forma de geração de energia e incentivar a adesão ao seu uso.

A pesquisa exploratória pode ser classificada como estudo de caso ou pesquisa bibliográfica (GIL, 2007), sendo, esta última, a classificação utilizada no corrente trabalho.

O levantamento bibliográfico, muito embora, à princípio, se fez necessário a análise de normas, recomendações e legislações abordadas sobre o tema, teve de consolidar-se, sobretudo, na análise de documentos de fontes secundárias mediante levantamento de referências já publicadas, colocando o trabalho ligado com o que já fora produzido quanto ao tema estudado de maneira a oferecer “meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas, onde os problemas ainda não se cristalizaram suficientemente” (LAKATOS; MARCONI, 2017, apud MANZO, 1971).

A abordagem utilizada neste trabalho, buscou inclinar-se não só para a análise dos dados quantitativos que demonstraram o potencial energético solar da região Nordeste, mas também para uma análise dos dados que nos permita inferir

de que maneira o fomento ao acesso a esse tipo de energia pode possibilitar o atendimento à necessidade de um consumo de energia sustentável, o que só é possível através da análise de natureza qualitativa, visto que esta consegue enveredar-se de maneira mais profunda no mundo dos significados das ações e das relações humanas, conseguindo captar aquilo que vai além dos números e estatísticas (MINAYO, 2000).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No desenvolvimento do presente trabalho verificamos que sob a ótica do atendimento aos reclames da defesa do meio ambiente, e dos ajustes internacionais que os países se comprometem, a geração de energia elétrica por fontes alternativas, limpas e renováveis é uma das formas de combater o aquecimento global e a emissão de gases poluentes, induzindo à modernização das matrizes energéticas.

A geração de energia elétrica pela fonte solar, por suas características próprias, é vista como uma oportunidade muito propícia a possibilitar sustentabilidade na atividade de geração de energia, estando bem alinhada a esse poderoso conceito, levando ainda a desejada economia de gastos com energia elétrica.

No entanto, a adoção desta forma de geração de energia, requer um investimento financeiro dirigido a adquirir e instalar o “sistema de geração de energia solar fotovoltaica”.

Esse sistema, em que pese estar ocorrendo uma seqüencial diminuição no preços dos seus equipamentos, ainda tem um custo bastante elevado.

Assim, considerando que se trata de uma tomada de decisão para um investimento substancial, é necessário que o gestor com competência para adotar tal decisão, realize uma análise de custo-benefício criteriosa, que pondere e avalie os ganhos e os dispêndios associados à escolha em amplo espectro.

Essa análise de custo-benefício sustenta grande parte da teoria econômica.

Uma das ferramentas que o gestor pode e deve considerar é tecnicidade da Economia Ambiental. Nela, o resultado da escolha será uma solução eficiente se os benefícios e custos forem equilibrados.

Nesse sentido, a chave para a compreensão de tais benefícios é a mudança que ocasione redução nos danos ambientais decorrentes da decisão (THOMAS; CALLAN, 2016, p. 159-161).

Ou seja, passa-se a dar relevo à valoração conceitual dos benefícios ambientais.

As mudanças que causam as reduções de danos, por sua vez, são denominadas “Benefícios Incrementais”, caracterizados por exemplo, pela redução de danos à saúde, à ecologia, dentre outros.

Desta feita, a análise do gestor passa não só a considerar as relações custo-benefício ordinárias, mas qualifica sua tomada de decisão com aspectos coletivos, dotados de uma ética social alinhada com a preservação do meio ambiente, numa verdadeira consagração de uma sustentabilidade econômica e sócio-ambiental.

Trazidas tais considerações, convém também demonstrar, de forma simplificada, visando apenas dar um norte para a efetiva tomada de decisão do gestor, uma simulação genérica de investimento na instalação de um sistema de geração solar fotovoltaica.

Para tanto, foram coletados dados de 3 (três) Organizações Militares relativos às suas últimas faturas de energia elétrica para identificar o valor mensal médio gasto com esse objeto, conforme o Quadro 1 abaixo.

#### **QUADRO 1 – Valores das Faturas de Energia Elétrica em R\$.**

| ORGANIZAÇÃO MILITAR | Local de sede     | Jan           | Fev           | Mar           | Abr           | Mai           | Jun          | Média         |
|---------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| 31º BIMtz           | Campina Grande-PB | -             | R\$ 9.620,32  | R\$ 10.637,85 | R\$ 10.459,91 | R\$ 10.588,09 | R\$ 9.787,13 | R\$ 10.218,66 |
| 71º BIMtz           | Garanhuns-PE      | R\$ 6.548,78  | R\$ 7.160,20  | R\$ 7.612,16  | R\$ 7.867,96  | R\$ 8.629,05  | R\$ 6.311,22 | R\$ 7.354,90  |
| 16ª R C Mec         | Bayeux-PB         | R\$ 23.125,67 | R\$ 24.211,23 | R\$ 21.594,66 | R\$ 29.011,59 | R\$ 25.994,22 | R\$25.490,22 | R\$24.904,72  |

*Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nas faturas de energia elétrica das OM.*

Obtido o valor mensal médio em moeda nacional, em seguida, foi também condensado o valor mensal relativo ao consumo **em kWh** nas mencionadas Organizações Militares, conforme Quadro 2 a seguir.

**QUADRO 2 – Consumo em kWh**

| ORGANIZAÇÃO MILITAR | Local de sede     | Jan    | Fev    | Mar    | Abr    | Maio   | Jun    | Média    |
|---------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 31º BIMtz           | Campina Grande-PB | -      | 15.992 | 16.616 | 17.321 | 17.458 | 16.086 | 16.694,6 |
| 71º BIMtz           | Garanhuns-PE      | 9.554  | 10.269 | 10.667 | 10.726 | 11.121 | 9.018  | 10.225,8 |
| 16ª R C Mec         | Bayeux-PB         | 30.030 | 32.200 | 27.230 | 36.010 | 32.200 | 27.825 | 30.915,8 |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nas faturas de energia elétrica das OM.

Por último de posse das médias mensais de valor gasto em moeda nacional (R\$) e do consumo em kWh, aplicamos esses dados no simulador on-line disponível na internet no Portal Solar<sup>9</sup> para estimar o custo do equipamento a ser adquirido para atender a demanda de geração de energia relativa aos dados fornecidos, possibilitando obtermos os seguintes dados dispostos no Quadro 3:

**QUADRO 3 – Simulação de custo / Payback / Economia decenal estimada**

| OM                                 | Média de consumo de energia em kWh | Média mensal de gasto de energia em R\$ | Custo simulado do sistema gerador (*) | Período de Payback (em anos) | Economia estimada em 10 anos (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 31º BIMtz                          | 16.694,60                          | 10.218,66                               | R\$ 471.050,00                        | 4,8 anos                     | R\$ 509.941,36                    |
| 71º BIMtz                          | 10.225,80                          | 7.354,90                                | R\$ 279.090,00                        | 3,95 anos                    | R\$ 426.980,40                    |
| 16ª R C Mec                        | 30.915,8                           | 24.904,72                               | R\$ 774.790,00                        | 3,24 anos                    | R\$ 1.616.062,40                  |
| <b>Economia total em 10 anos →</b> |                                    |   |                                       |                              | <b>R\$ 2.552.984,16</b>           |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A metodologia utilizada para formar a conclusão acima, num primeiro momento, considerou a simulação feita no Portal Solar, e utilizou a média de gasto mensal com energia elétrica. Assim, para achar o período de “payback” idealizamos a seguinte equação:

“Custo simulado do Sistema Gerador ÷ 80% do valor médio mensal de gasto, e depois dividido por 12 (número de meses de um ano)”

No exemplo do 31º BIMtz ficou:

$$[471.050,00 \div (10.218,66 \times 0,80)] \div 12 = \mathbf{4,8017}.$$

<sup>9</sup> Simulador PORTAL SOLAR. Disponível em <https://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>.

Em um segundo momento para se estimar a economia em dez anos (120 meses) utilizamos a seguinte equação:

*“80% do Valor médio mensal de gasto X 120 meses, subtraído o custo do sistema gerador”.*

Novamente no exemplo do 31º BIMtz temos o seguinte:

$$[(10.218,66 \times 0,80) \times 120] - 471.050,00 = \mathbf{509.941,36}$$

Convém registrar que todo o cálculo aqui demonstrado foi feito com base em uma simulação, que por não abranger dados mais ricos em detalhes técnicos, não tende a ser preciso, embora possa de alguma forma representar uma aproximação, de modo que um dimensionamento bem elaborado pelo profissional habilitado tecnicamente para realizar esse estudo, pode estimar um custo ainda menor para a aquisição dos equipamentos e instalação do sistema., proporcionando uma economia de recursos financeiros ainda maior.

Noutro giro, o próprio procedimento licitatório, desde que bem realizado pode diminuir esses custos, seja fixando um preço de referência baseado em uma pesquisa de mercado bem elaborada, seja adquirindo os materiais em “escala”.

Cabe considerar ainda, que foi utilizado como parâmetro para os cálculos demonstrativos, que o sistema proporciona uma economia de 80% do valor das faturas de energia elétrica. Essa é uma informação extraída do senso comum da média das ofertas de mercado.

Por fim, ressalte-se que a economia estimada foi para um período de 10 (dez) anos, sendo a duração do equipamento é de em média de 15 a 20 anos, o que certamente acarreta que a economia pode ser ainda maior.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implementação da geração de energia por fontes renováveis e limpas em todo o mundo tem atraído a simpatia da comunidade, pois cada vez mais as preocupações com a manutenção de um meio ambiente adequado para o sadio desenvolvimento das presentes e das futuras gerações.

É cediço que a utilização de energia é causadora de significativos impactos ao meio ambiente, mormente pelos combustíveis fósseis que além de emitir mais

gases poluentes também são finitos e distribuídos no mundo de forma desigual, como é o caso do petróleo e do gás natural (GOLDEMBERG, 2015).

Nesse contexto de preocupação ambiental e econômica, a energia solar tem despontado com uma promissora alternativa à solução do problema da degradação e da disponibilidade, pois por ser mais inclusiva tende a ocasionar uma ruptura maior no estabelecido mercado energético, na medida em que continua válida a máxima de que “o Sol é para todos”.

No Brasil o mercado de energia solar fotovoltaica tem vivenciado um excelente crescimento, em que pese ainda ocupar um percentual ínfimo na matriz energética do país.

O grande problema que ainda impede sua maior expansão são os custos de aquisição dos equipamentos para geração de energia.

Mas esses custos não têm freado o otimismo do mercado, que segue em franca expansão haja vista que ainda tem muito espaço para ocupar. Além disso, a queda dos preços é uma realidade que tem ocasionado com que cada vez mais pessoas e empresas tenham acesso à chamada geração distribuída.

O ordenamento jurídico vem ao longo de um processo histórico iniciado no início do século com as crises de 2001 e 2002, sofrendo alterações que tem permitido cada vez mais a diversificação da matriz energética nacional e cada vez mais a difusão das energias renováveis.

Assim como foi com o PROINFA, e assim vem sendo com as legislações reguladoras, em especial editadas pela ANEEL, que fomentaram a expansão da energia solar.

As instituições também estão sendo atraídas por essa nova forma de geração de energia, em especial os órgãos e as entidades estatais.

A energia solar é uma nova oportunidade que se apresenta e vem obtendo boas perspectivas no mundo todo, precisando se melhor fomentar e induzir no Brasil, pois o país por sua situação geográfica e climática apresenta um potencial acima da média mundial para exploração da geração de energia pela luz do sol.

E não só isso, pois além de possuir abundância e regularidade de luz solar, também é o Brasil um grande detentor de reservas da matéria-prima das chamadas “placas solares” o silício.

No caso das Forças Armadas, por sempre serem instituições de vanguarda, e dotadas de grande poder de adaptação e absorção das mudanças ocasionadas

pelos avanços na tecnologia, a preocupação com a diversificação da matriz tem ocupado a agenda das autoridades militares de forma que aqui na caserna a questão da energia também passa a ser relevante objeto de estudo.

Considerando a pesquisa ora realizada foi possível se notar que, face as características das Organizações Militares em especial as situadas no nordeste, que abrangem grandes áreas, e consomem bastante energia elétrica, arcando com dispêndios financeiros elevados, e observando-se não só a relação custo-benefício que tentamos demonstrar por meio da amostragem de cálculos, mas também pondo peso nos benefícios incrementais causados ainda que indiretamente pela utilização de energia limpa, é possível concluir pela vantajosidade do investimento para a instalação dada a possibilidade de retorno do investimento em economia de energia em um prazo bastante razoável.

Assim sendo sugere-se que as Organizações Militares especialmente no nordeste, que tenham interesse e visualizem a viabilidade de passarem a gerar sua própria energia, que busquem elaborar projetos de dimensionamento e orçamento da instalação do sistema de geração fotovoltaica seja por meio do apoio de técnicos da Comissão Regional de Obras de vinculação, seja recorrendo a empresas privadas, e, uma vez viável, façam gestão para obter os recursos necessários que certamente acarretarão economicidade.

## REFERÊNCIAS

AMADO, Frederico. **Direito Ambiental**. 8. ed. Salvador: Juspodivm, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. Brasília–DF, 2005. 2ª Ed. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm> ou <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>. Acesso em 8 de fevereiro de 2019.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 10 de fevereiro de 2019.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 097-EME, de 4 ABR 19**. Publicada no BE nº 15/2019. Constituiu Grupo de Trabalho com a finalidade de propor soluções de racionalização de custos no âmbito do Exército Brasileiro, baseadas em eficiência energética, geração de energia renovável e utilização do mercado livre de energia

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004**. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 4.213, de 26 de abril de 2002**. Define os setores da economia prioritários para o desenvolvimento regional, nas áreas de atuação da extinta SUDENE, e dá outras providências.



\_\_\_\_\_. **Decreto nº 7.520, de 8 de julho de 2011.** Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS", para o período de 2011 a 2014, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 9.022, de 31 de março de 2017.** Dispõe sobre a Conta de Desenvolvimento Energético, a Reserva Global de Reversão e o Operador Nacional do Sistema Elétrico e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2027.** Brasília: MME/EPE, 2018. Disponível em <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2027>.

CALLAN, Scott J.; THOMAS, Janet M. **Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria.** Tradução da 6ª edição norte-americana pela Noveritis do Brasil. Revisão técnica de Maria Cecília Trannin. 2 ed. brasileira. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CAVALCANTI, Caio César Torres (Coord.). **O Direito da Energia no Contexto Ibero-brasileiro.** Rio de Janeiro: Synergia, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Brasil em Números.** Rio de Janeiro. v. 26. p. 1-512, 2018.

GOLDEMBERG, José. **Energia e Sustentabilidade.** Rev. Cult. e Ext. USP, São Paulo, n. 14. p. 33-43, nov. 2015. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rce/article/view/108256>. Acesso em 11 JUN 2019

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa/pesquisa bibliográfica/teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso.** 8 ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia Solar no Brasil: situação e perspectivas.** Brasília: Consultoria Legislativa/Câmara dos Deputados. Março/2017 (Estudo Técnico). Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/32259>. Acesso em 12 de fevereiro de 2015.

NOSSO FUTURO COMUM (Relatório Brundtland). Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

**Os Desafios da Expansão da Energia Solar no Nordeste Brasileiro.** Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/os-desafios-da-energia-solar-no-nordeste-brasileiro/>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2019.

**O esforço brasileiro a caminho da regulação da energia solar.** Disponível em:

<https://brasilenergia.editorabrasilenergia.com.br/artigo-o-esforco-brasileiro-caminho-da-regulacao-da-energia-solar/>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2019.

PEREIRA, Enio et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017.

PORTELA, Paulo Henrique Gonçalves. **Direito Internacional Público e Privado: incluindo noções de Direitos Humanos e de Direito Comunitário**. 9. ed. Salvador: Juspodivm, 2017.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/SENADO, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental**. 16. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

TAQUES, F. H.; LOPES, M.C. **O Desafio da Energia Sustentável no Brasil**. Revista Cadernos de Economia, Chapecó. v. 20, n. 36, p. 71-96, 2016. Disponível em <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rce/article/viewFile/4478/2500>. Acesso em 11 JUN 2019.