

**FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS
JEFFERSON LUCAS COUTO ALVES
WALDECY MYOKAI KAUS TITO**

**ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA ATRAVÉS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM UMA ESCOLA**

**Belo Horizonte
2022**

**JEFFERSON LUCAS COUTO ALVES
WALDECY MYOKAI KAUS TITO**

**ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA ATRAVÉS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM UMA ESCOLA**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Prof.º
Rejane Izabel Lima Corrêa como requisito para
aprovação no curso de Engenharia de
Produção.

**Belo Horizonte
2022**

FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS

Projeto de Pesquisa intitulado **ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM UMA ESCOLA**, de autoria do(s) aluno(s) **Jefferson Lucas Couto Alves e Waldecy Myokai Kaus Tito**, aprovados pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. ou Ms. Nome Completo do Membro da Banca

Membro da Banca

Prof. Dr. ou Ms. Nome Completo do Membro da Banca

Membro da Banca

Prof. Dr. ou Ms. Nome Completo do Membro da Banca

Membro da Banca

Belo Horizonte – MG, 10 de Outubro de 2022.

RESUMO

Com o aumento populacional e a elevação do perfil de consumo dos recursos naturais no mundo, verificou-se a necessidade de debater as questões energéticas e investir em soluções renováveis. Muitas escolas situadas em Belo Horizonte e região usam instalações com grande consumo de energia. O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade de implantação de um sistema de geração de energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos distribuídos em uma determinada área de uma escola. Para isso foi realizada uma breve explicação dos conceitos básicos relacionados com o tema proposto. Além disso, foram avaliadas as tecnologias disponíveis, buscando analisar a melhor configuração de um sistema de geração solar de energia com o objetivo de reduzir as despesas com energia elétrica, contribuindo para a sustentabilidade da escola. Para tal análise foi selecionado a escola Centro Educacional Oficina da Criança, que permite instalar um sistema de geração de energia elétrica utilizando painéis fotovoltaicos nos telhados das salas de aula. Como resultado foi proposto a instalação de 7 painéis fotovoltaicos gerando um valor de 3,4 kWp de potência instalada. Os resultados da análise mostram uma redução de 70% no consumo de energia elétrica proveniente da concessionária de energia, quando comparado com o histórico de consumo médio de energia elétrica das unidades consumidoras. O custo para o investimento de todos os sistemas foi calculado no valor de R\$48.325,97. Para a unidade consumidora o tempo de retorno calculado foi de 53 meses. Ao final do trabalho concluiu-se que o sistema alternativo visando suprir integralmente a demanda de energia é viável economicamente.

Palavras-chave: Energia solar, escola, geração de energia, painel fotovoltaico.

ABSTRACT

As the population increases and the world's natural resources expense profile rises, there has been a need to discuss energy issues and invest in renewable solutions. Many schools located in Belo Horizonte and region use energy-intensive facilities. The objective of this work is to analyze the viability of implementing an electric energy generation system by means of photovoltaic panels distributed in a certain area of a school. For this, a brief explanation of the basic concepts related to the proposed theme was performed. In addition, the available technologies were evaluated, seeking to analyze the best configuration of a solar energy generation system with the objective of reducing the expenses with electrical energy, contributing to the sustainability of the school. For this analysis the school Children's Workshop Educational Center was selected, which allows the installation of an electric energy generation system using photovoltaic panels on the roofs of the classrooms. As a result, the installation of 7 photovoltaic panels was proposed, generating a value of 3.4 kWp of installed power. The results of the analysis show a 70% reduction in the consumption of electric energy from the utility company, when compared to the historical average consumption of electric energy of the consumer units. The cost for the investment of all the systems was calculated to be R\$48.325,97. For the consumer unit the calculated payback time was 53 months. At the end of the study it was concluded that the alternative system aiming to fully supply the energy demand is economically feasible.

Keywords: Solar energy, school, power generation, photovoltaic panel

LISTAS

- Figura 1 – Painel Solar _____ 7.
- Figura 2 – Breve Introdução sobre captação solar _____ 8.
- Figura 3 – Custos totais de um sistema fotovoltaico _____ 11.
- Figura 4 - O potencial da energia solar _____ 14.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 JUSTIFICATIVA..... | 6 |
| 3 PROBLEMA / SOLUÇÃO PROPOSTA PELO PROJETO | 7 |
| 4 HIPÓTESES OU PRESSUPOSTOS..... | 8 |
| 5 OBJETIVOS..... | 8 |
| 5.1 Objetivo Geral..... | 9 |
| 5.2 Objetivos específicos..... | 9 |
| 6 METODOLOGIA | 10 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 11 |
| REFERÊNCIAS..... | 11 |

1 INTRODUÇÃO

Considerada como uma fonte de energia limpa é uma das fontes alternativas mais promissoras para obtenção energética, provém da radiação eletromagnética (luz e calor) emanada diariamente pelo sol, podendo ser utilizada por diferentes tecnologias, aquecedores solares , painéis fotovoltaicos e usinas heliotérmicas (ou termossolares).Respectivamente, ao ser captada, a luz solar é convertida em energia. Nos painéis fotovoltaicos e nas usinas heliotérmicas, a luz solar é convertida em energia elétrica e térmica. Já no aquecimento solar, a luz solar é convertida em energia térmica. Esse tipo de energia é considerada renovável e sustentável. Do ponto de vista ambiental é uma ótima fonte de energia alternativa, limpa e renovável, por ser gerada sem emitir gases responsáveis pelo efeito estufa.

Mas como todos os métodos a energia tem seus pontos positivos quanto negativos, podendo ser citados como positivos ser uma fonte energética renovável, "é considerada uma forma limpa de produzir energia". Dentre os pontos negativos pode-se destacar o alto custo que sua tecnologia possui mesmo que com o tempo é a tendência é que os custos sofram uma diminuição, também a produção energética solar em lugares com baixa incidência de raios solares é baixa em relação ao seu custo financeiro.

Atualmente várias instituições vêm buscando novas formas de economizar, e com isso tentam encontrar novos meios de obtenção de energia, e como a corrida energética solar, essa tecnologia é uma das mais utilizadas pelas empresas e grandes instituições como um meio bastante econômico e viável, e por ser uma fonte renovável e limpa, é um grande alívio para o planeta e para o aquecimento global.



Figura 1 – Painel Solar

2 JUSTIFICATIVA

Energia solar atualmente é um tema muito discutido, muitas curiosidades e dúvidas surgem ao questionar sobre essa fonte renovável de energia. Para sanar dúvidas que giram em torno desta fonte, será redigido este artigo dando ênfase em aspectos específicos de desenvolvimento, funcionamento e eficácia. O planeta clama por fontes renováveis de energia para a continuação da sua existência, nota-se que as cidades têm ficado cada vez mais poluídas e sem perceber que o meio ambiente está saturado, maneira simples como uma fonte de energia solar pode ajudar e muito no ganho ecológico mundial, tudo que se precisa são de placas e pequenas instalações. Contudo, espera-se maior compreensão sobre essa fonte de energia, e obter novas idéias para o desenvolvimento futuro e melhoria do país e, conseqüentemente, do mundo. O aumento do valor da energia elétrica nos últimos tempos tem trazido novas soluções e alternativas para lutar contra esse fator, o sistema de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos mostra que é possível a diminuição dos valores da energia elétrica, além de contribuir para o ganho ecológico, devido ao fato de ser uma energia renovável de fonte finita, que no caso é o sol. “Com a instalação de sistemas de energia fotovoltaica é possível reduzir drasticamente os valores pagos na conta de luz, como é o caso do Sr. Silvio

Manrich, residente em São Carlos, interior de São Paulo. Quando procurou a Blue Sol Energia Solar para projetar e instalar o seu gerador de energia fotovoltaica residencial, no final do ano de 2014, o Sr. Silvio tinha um consumo médio de 450 quilowatts hora por mês, e desembolsava, na época, quase R\$350,00 mensalmente. A média de consumo da residência antes da instalação do sistema de energia solar fotovoltaica era de R\$310,35 na data (11\12\2014). O sistema de energia fotovoltaica foi instalado em sua chácara no mês de janeiro de 2015. A conta de luz do mês de março de 2015 já refletiu o impacto da instalação da energia solar fotovoltaica: foi cobrado somente o Custo de Disponibilidade (a taxa mínima da distribuidora) que foi o valor de: R\$52,76.” BlueSol energia solar, 2015. (Disponível em: Acesso em: 09 de jul. de 2022).

O que leva muitas pessoas a ficarem apreensivas em relação a energia solar, é o alto valor do investimento inicial, e há também, o fato de não ter muito aporte do governo. Mas não levam em consideração que após alguns anos, o valor investido anteriormente, será amortizado, pelo fato de não ser preciso pagar energia elétrica a preços exorbitantes, uma vez que os raios solares são gratuitos a todos. O Brasil é um ótimo país para se investir nessa nova forma de captação energética, pois o país se localiza próximo a linha do equador, fator que proporciona altos índices de radiação solar em todo o seu território, tornando-o uma futura potência em questões energéticas sustentáveis.

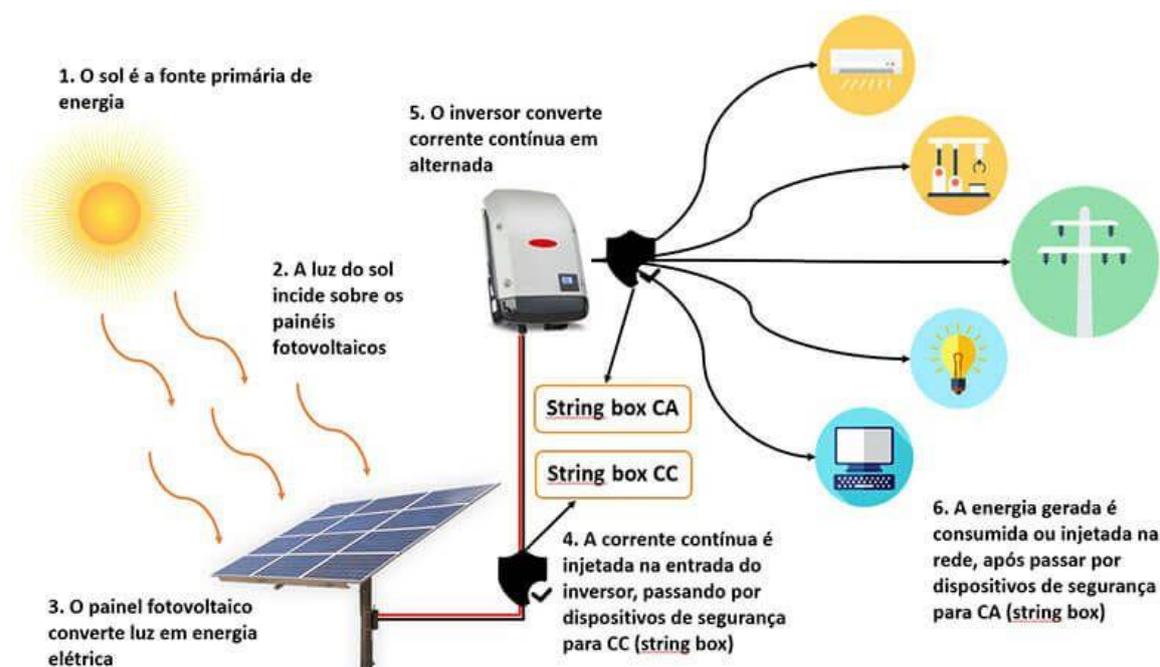


Figura 2 – Breve Introdução sobre captação solar

3 PROBLEMA / SOLUÇÃO PROPOSTA PELO PROJETO

Em uma escola infantil na cidade de Belo Horizonte notou-se o elevado valor na conta de energia elétrica, com isso os administradores sempre indagavam qual ação tomar para evitar esses gastos variáveis?

- Como fazer para que a conta de energia abaixe seu valor?
- Como será o funcionamento do novo sistema de obtenção de energia?
- Quais as conseqüências serão ocasionadas após a implementação do novo sistema de obtenção de energia?
- Quais as principais pretensões com a nova fonte energética?
- Qual a eficácia do projeto implementado?

4 HIPÓTESES OU PRESSUPOSTOS

Atualmente um grande empecilho na vida das pessoas é o alto valor das contas domésticas destacando o alto valor da conta de luz, especificamente que segundo especialistas a conta de luz atualmente consome cerca de 17% do salário mínimo recebidos pelos brasileiros nos dias de hoje, o que se levado em consideração outras despesas esse valor é extraordinariamente alto. Para obter uma baixa nos valores cobrados pela distribuidora de energia, é necessário realizar o estudo de novas tecnologias de obtenção de fonte energética, notar as tendências e elaborar as melhores soluções para se obter êxito em um novo projeto. A melhor solução viabilizada no presente cenário mundial é o sistema de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos. E assim como ressalta Vichi e Mansor (2017), o sol é a fonte de energia primária mais abundante no mundo e com exceção da energia nuclear, todas as outras fontes, renováveis ou não, são formas indiretas de energia solar.

O painel solar que será desenvolvido no telhado da escola gera energia elétrica (em corrente contínua) quando a Luz do Sol bate nele. Algumas instalações

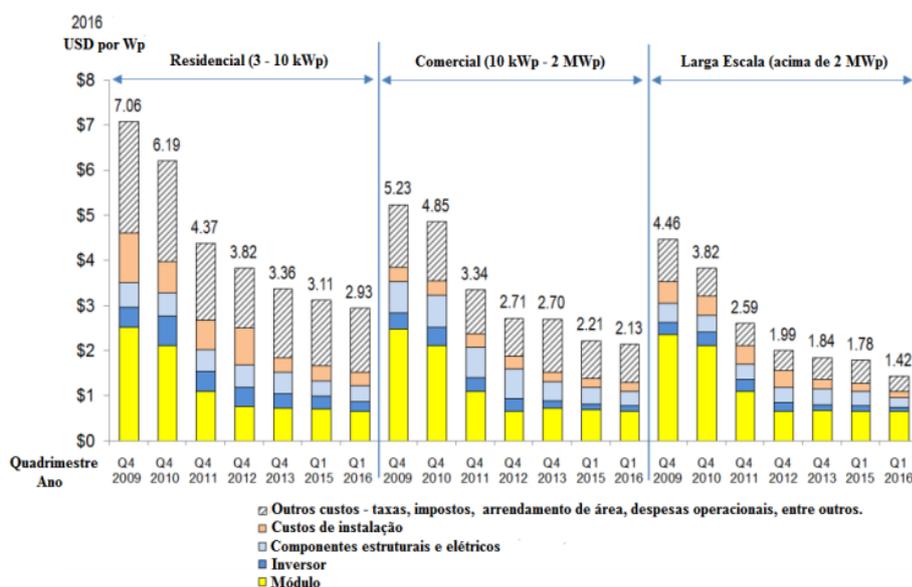
fotovoltaicas são dotadas de sistema de seguimento solar que, segundo Cortez (2013), é um sistema que tem como objetivo garantir que os módulos fotovoltaicos estejam alinhados na posição mais favorável para captar o máximo de radiação possível. A energia gerada pelo painel solar passa por um inversor solar que alterna a corrente contínua para alternada e, equaliza com a frequência utilizada na escola, (60Hz). Desta forma a energia solar está agora igual a da rede elétrica. A energia então sai do inversor e é conectada na rede de energia da escola, normalmente o sistema é conectado no quadro de luz. Depois de esse procedimento ser devidamente feito por um profissional qualificado e o sistema começar o fornecimento constante, essa energia vai sendo utilizada normalmente assim como o sistema de fornecimento feito pelas estatais garantindo assim uma grande economia das despesas da escola. E se por algum motivo não houver sol suficiente, o resto da energia é fornecido pela Distribuidora de energia.

Após as instalações realizadas as principais consequências não serão exatamente ruins elas serão vistas especificamente no âmbito econômico e ecológico, por se tratar de uma fonte de energia sem custos Pinho e Galdino (2014) ressaltam que, a radiação solar, além de inesgotável, detém enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outros tipos de energia elétrica. (terá somente os custos da instalação do sistema), e por ser uma fonte renovável não há grandes danos ao efeito estufa.

Atualmente como a principal fonte de energia vem das hidrelétricas, usinas eólicas, e alguns outros meios de obtenção de energia e por esses serem meios de obtenção energética com um elevado valor nas despesas e algumas delas causam um grande "baque" no efeito estufa, as pessoas se veem com a necessidade de procurar por meios "alternativos" de obtenção de energia, tendo como um grande ser um tipo de energia limpa, não poluente, renovável e com um preço relativamente baixo e como uma geração elevada de energia, segundo Zilles et al. (2012), apresenta uma disponibilidade anual de 1.758 kWh/m² ou diária de 4,82 kWh/m², aproximadamente de instalação do sistema uma grande alternativa é o sistema solar e nesse trabalho ela terá como principal objetivo a diminuição no valor da energia elétrica, uma vez que estará sendo utilizada a nova fonte de obtenção energética para a escola.

Após projeto finalizado e com o seu funcionamento total, estima-se uma eficácia de 80% nos valores da conta de energia gerada pela distribuidora energética do

município, levando assim a escola economizar um alto valor, podendo assim usar esse dinheiro em melhorias para a escola para melhor atender os estudantes que lá estudam. Segundo Élon Musk (2019) “O fracasso é uma possibilidade. Se as coisas não estão fracassando, você não está inovando o suficiente.” defendendo o fato de que os erros também fazem parte de qualquer processo de inovação.



Fonte: Adaptado de NREL (2016).

Figura 3 – Custos totais de um sistema fotovoltaico

5 OBJETIVOS

Essa seção foi dividida em objetivo geral e objetivos específicos conforme pode ser observado a seguir.

5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do estudo é avaliar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos na Escola Centro Educacional Oficina da Criança.

5.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho foram elaborados objetivos específicos conforme segue abaixo:

- Analisar as tecnologias disponíveis através dos parâmetros qualitativos necessários para viabilizar a implantação do sistema;
- Avaliar qual o tipo de tecnologia mais compatível para comportar uma escola;
- Estimar o consumo energético das unidades consumidoras da escola;
- Definir a melhor configuração do tipo de tecnologia selecionado;
- Avaliar a implantação do sistema de geração solar de energia e suas limitações, devido ao espaço escolar;
- Apresentar um estudo de viabilidade para uma escola.

6 METODOLOGIA

Para a elaboração e início de desenvolvimento do projeto foi utilizado o método indutivo, como método de pesquisa, em linhas gerais, o método indutivo é o método de abordagem responsável por fazer generalização, isto é, parte-se de algo particular para uma questão mais ampla, ou seja, um aspecto geral. O objetivo desse método é, em outras palavras, chegar a conclusões mais amplas do que o conteúdo das premissas nas quais está se fundamentando. Então, por exemplo, ao analisar 80 placas de energia solar aleatórias constatou-se que todas tinham um 8 ganho elevado de absorção de energia entre 10:00 e 15:00. De forma indutiva, concluiu-se que a octagésima primeira placa de energia solar também terá grandes ganhos de absorção de energia neste mesmo intervalo de horário, então, é o raciocínio que se faz ao considerar um número suficiente de casos particulares para concluir uma verdade geral. Vale ressaltar que um ponto importante desse método é que a enumeração de dados deve ser suficiente para permitir a passagem do particular para o geral, mas, a indução também pressupõe a probabilidade. Já a técnica de pesquisa utilizada para a continuação de desenvolvimento do trabalho em questão foi a técnica de observação em equipe, na qual consiste em um determinado grupo de observadores que vão analisar o fato sob vários ângulos, fato que descarta o caráter assim tão objetivo, pois cada um deles pode observar um aspecto distinto e chegar a conclusões também divergentes, gerando debates a respeito do tema e conseguindo absorver o máximo de conhecimento possível.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram realizados estudos e análises estruturais de viabilidade para a implantação do sistema de energia fotovoltaica na escola, com isso viu-se que obteria uma amortização de todo o investimento realizado em 53 meses, tempo estimado de retorno e as melhorias trazidas pelo novo sistema de obtenção de energia foram aprovados para a execução do projeto, e tendo em mente que a aplicação destas tecnologias não deve ser avaliada apenas pelo aspecto técnico e econômico, pois há benefícios intrínsecos e não mensuráveis financeiramente ao se proceder com a implementação de um sistema fotovoltaico.

O sistema será implantado no telhado da escola onde tem uma ampla área para a absorção de raios solares e consegue suportar as 7 placas necessárias, com isso os módulos fotovoltaicos captam a luz do sol e produzem a energia, essa energia é transportada até o inversor solar que irá converter a energia gerada pelo sistema para as características da rede elétrica, e assim será distribuída para toda escola. Com o sistema em seu perfeito funcionamento notou-se uma redução de 70% nos valores da energia elétrica fornecida pela distribuidora de energia (CEMIG).

Contudo a implantação do projeto vem sendo um grande avanço tecnológico para o colégio que além de obter valores mais baixos em suas contas de energia, valorizou o empreendimento, e com isso conscientiza seus alunos, que são a nova geração, mostrando que é possível ter mais fontes de obtenção de energia solar, mostrando que é uma escola séria que além de tudo tem compromisso com a natureza por se tratar de uma energia limpa e sustentável.

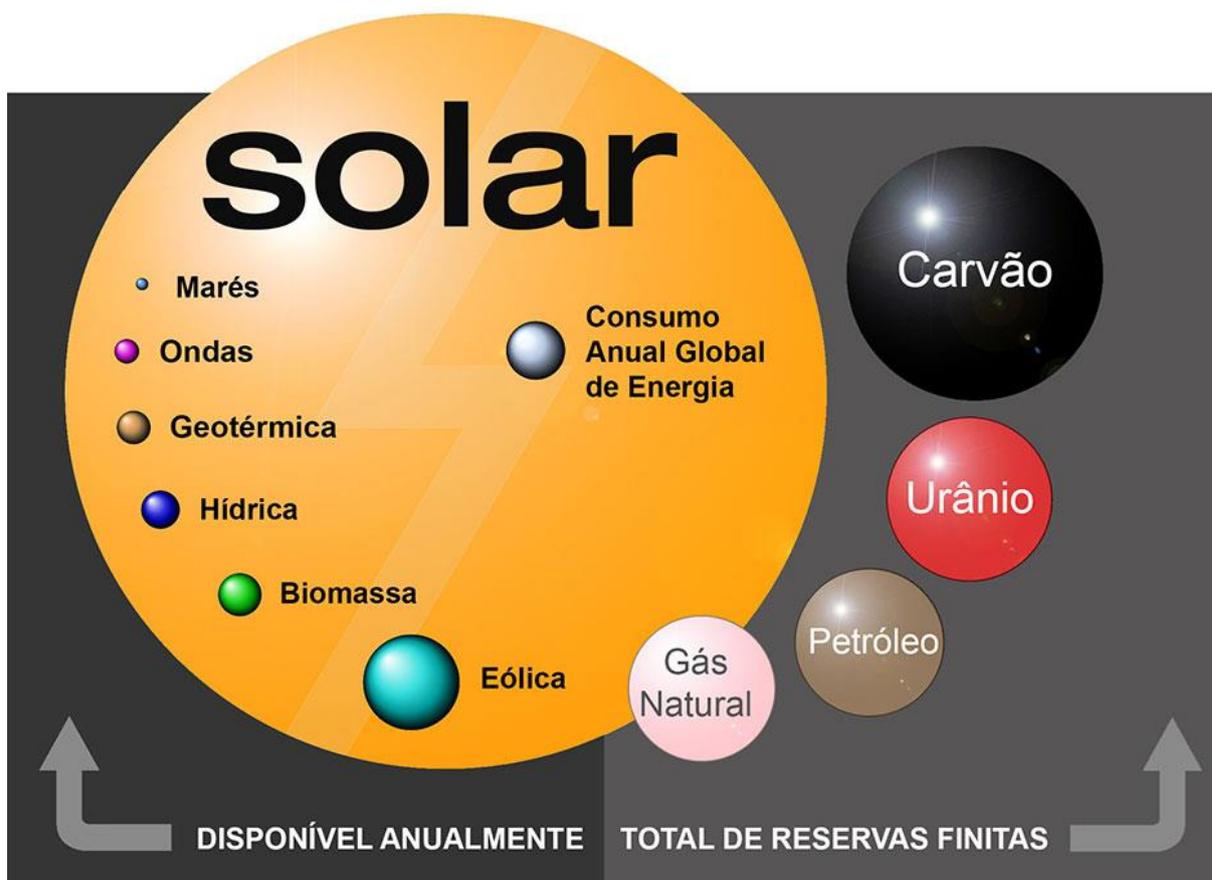


Figura 4 - O potencial da energia solar – Fonte: PortalSolar.

REFERÊNCIAS

PORTAL SOLAR, Como funciona a Energia Solar. Disponível em < <https://www.portalsolar.com.br/> > . Acesso em 19 set 2022.

BLUESOL, Energia Fotovoltaica: o antes e depois na Conta de Luz. Disponível em < <https://blog.bluesol.com.br/energia-fotovoltaica-economia-na-conta-de-luz/> > . Acesso em 09 jul 2022.

GUIA DO CONSTRUTOR, Entenda como funciona um sistema de energia solar residencial. Disponível em < <https://www.guiadoconstrutor.com.br/blog/como-funciona-a-energia-solar-residencial#:~:text=O%20painel%20solar%20no%20telhado,a%20frequ%C3%Aancia%20da%20sua%20resid%C3%Aancia> > . Acesso em 10 jul 2022.

BRASIL ESCOLA, Energia Solar. Disponível em < <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>> Acesso em 25 ago 2022.

HCC ENERGIA SOLAR, Os fatores que influenciam na eficiência do sistema fotovoltaico. Disponível em < <https://hccenergiasolar.com.br/posts/veja-os-fatores-que-influenciam-na-eficiencia-do-sistema-fotovoltaico/>> Acesso em 27 ago 2022.

PORTAL SOLAR, Tudo sobre a influência do painel solar. Disponível em < <https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-eficiencia-do-painel-solar.html>> Acesso em 01 set 2022.