

Campus - Cacoal
Coordenação do Curso Licenciatura em Geografia

SIDNEYRE DO CARMO SILVA VIEIRA

**A DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO – TEMPORAL DO POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR EM
RONDÔNIA**

SIDNEYRE DO CARMO SILVA VIEIRA

**A DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO – TEMPORAL DO POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR EM
RONDÔNIA**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* - Cacoal, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado, junto ao Curso Licenciatura em Geografia, sob a orientação do professor Dr. Rafael Carlos Bispo.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Vieira, Sidneyre do Carmo Silva.

A distribuição espaço - temporal do potencial de energia solar em Rondônia / Sidneyre do Carmo Silva Vieira. - Cacoal, 2025.
24 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Rafael Carlos Bispo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Cacoal, 2025.

1. Energia limpa. 2. Potencial solar. 3. Geotecnologia. 4. Sustentabilidade. 5. Paineis solares. I. Bispo, Rafael Carlos (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Roseni Santos Rodrigues, CRB-11/916

SIDNEYRE DO CARMO SILVA VIEIRA

**A DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO – TEMPORAL DO POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR EM
RONDÔNIA**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* - Cacoal, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado, junto ao Curso Licenciatura em Geografia, sob a orientação do professor Dr. Rafael Carlos Bispo.

Aprovado em: 09/07/2025 pela banca examinadora.

Prof. Me. Ayrton Schupp Pinheiro de Oliveira
Membro da Banca

Prof. Dr. Tiago Roberto Silva Santos
Membro da Banca

Prof. Dr. Rafael Carlos Bispo
Orientador

A DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO – TEMPORAL DO POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR EM RONDÔNIA

RESUMO: A energia solar tem se destacado como uma alternativa sustentável e promissora, sobretudo pelo uso de células fotovoltaicas que convertem a luz solar em eletricidade. No Brasil, país com alta incidência solar, essa tecnologia surge como solução eficaz para regiões remotas sem acesso à rede elétrica, como em Rondônia. Localizado na região intertropical, o estado abriga comunidades isoladas, especialmente no Baixo e Médio Madeira, com sérias carências de infraestrutura, incluindo energia elétrica. Esta pesquisa utilizou dados do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN), com resolução espacial de 10 km, para analisar o potencial solar de Rondônia. Os dados foram processados no software QGIS Desktop 3.16, que permitiu representar graficamente a Irradiação Global Horizontal média mensal de 2017 por município. A análise revelou que as regiões sul e sudeste do estado apresentam os maiores níveis de irradiação ao longo do ano, com destaque para os meses entre junho e julho na porção leste. Já as regiões norte e noroeste, como Guajará-Mirim e partes de Porto Velho, registram valores mais baixos, influenciados pela maior cobertura de nuvens, típica da Amazônia Ocidental. Assim, Rondônia possui excelente potencial para geração de energia solar, sobretudo nos municípios do sul e sudeste, que combinam altos índices solares e longos períodos secos. A geotecnologia utilizada permitiu mapear com precisão a distribuição da radiação solar no tempo e no espaço, facilitando a compreensão das variações sazonais e regionais no estado.

Palavras-chave: energia limpa; potencial solar; geotecnologia; sustentabilidade; painéis solares.

ABSTRACT: Solar energy has emerged as a sustainable and promising alternative, particularly through the use of photovoltaic cells that convert sunlight into electricity. In Brazil, a country with high solar incidence, this technology is emerging as an effective solution for remote regions without access to the electricity grid, such as Rondônia. Located in the intertropical region, the state is home to isolated communities, especially in the Lower and Middle Madeira regions, with serious infrastructure deficiencies, including electricity. This research used data from the Laboratory for Modeling and Studies of Renewable Energy Resources (LABREN), with a spatial resolution of 10 km, to analyze Rondônia's solar potential. The data were processed in QGIS Desktop 3.16 software, which allowed for the graphic representation of the average monthly Global Horizontal Irradiance for 2017 by municipality. The analysis revealed that the southern and southeastern regions of the state experience the highest levels of irradiation throughout the year, with particular emphasis on the months between June and July in the eastern portion. The northern and northwestern regions, such as Guajará-Mirim and parts of Porto Velho, record lower values, influenced by the greater cloud cover typical of the Western Amazon. Thus, Rondônia has excellent potential for solar energy generation, especially in the southern and southeastern municipalities, which combine high solar indices and long dry periods. The geotechnology used allowed for precise mapping of the distribution of solar radiation in time and space, facilitating the understanding of seasonal and regional variations in the state.

Keywords: clean energy; solar potential; geotechnology; sustainability; solar panels.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. JUSTIFICATIVA	7
3. OBJETIVOS	7
3.1. Objetivo geral.....	7
3.2. Objetivos específicos	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
4.1. Metodologia.....	8
5. ÁREA DE ESTUDO.....	9
6. A ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	11
7. A RADIAÇÃO SOLAR E A ENERGIA FOTOVOLTAICA	13
8. PANORAMA ATUAL DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL	15
9. MAPEAMENTO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ESTADO DE RONDÔNIA.....	17
10. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE	26

1. INTRODUÇÃO

A cada ano a energia gerada pelo Sol tem se destacado no mercado energético, por ser convertida diretamente em eletricidade utilizando-se das células fotovoltaicas, tecnologia que é considerada como limpa, pois o Sol é uma fonte renovável de energia e inesgotável e o aproveitamento pode ser, tanto como fonte de calor, luz ou de energia, alternativas mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio (DYSON, 2011).

Conforme Rezende (2019), o aproveitamento da energia fotovoltaica tem ganhado destaque no contexto do desenvolvimento sustentável, impulsionado pelo aumento significativo da participação da energia solar na matriz energética global. Na escala global, a energia solar para uso doméstico está se tornando um investimento cada vez mais comum, já que as habitações dependem tanto da rede elétrica alimentada por combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural), quanto das hidrelétricas, estas últimas responsáveis por alagar grandes áreas durante a sua implementação, o que pode causar desequilíbrios nos ecossistemas e deslocar comunidades ribeirinhas (PEREIRA, 2016).

Com relação a impacto ambiental o sistema fotovoltaico é muito menor do que os impactos causados por fontes convencionais, visto que o recurso utilizado na produção de energia é renovável, não emite poluentes líquidos e gasosos e nem material radiativo. Nesse sentido, por ser limpa e econômica, a energia solar passa a ser impulsionada pela necessidade de reduzir as emissões de gás de efeito estufa em tempos de mudança climática global (BARBADO, 2021).

No que diz respeito a questão técnica da produção de energia, o tempo de exposição à radiação solar nas placas fotovoltaicas é fundamental para determinar a quantidade de energia gerada, o que permite maior precisão no efeito fotovoltaico para a produção de energia solar. No entanto, devido às variações sazonais e regionais (latitude) na distribuição da luz solar, a produção de energia nos painéis fotovoltaicos pode ser elevada ou insuficiente, influenciada por fatores como as variações climáticas ao longo do ano, a presença de nuvens e o sombreamento causado por elas (GOUVÊA, 2017).

No Brasil existem muitos locais isolados de difícil acesso e sem redes de transmissão e energia elétrica. Nesse sentido, Rondônia é um exemplo desse panorama, com regiões remotas e sem energia elétrica. Os sistemas de energia fotovoltaica tornam-se uma excelente alternativa nesses casos, pois Rondônia, assim como a maior parte do Brasil apresenta um enorme potencial de geração de energia solar, tendo em vista que o país recebe mais irradiação solar em comparação a nível mundial (DA ROSA, 2016).

Segundo pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais INPE (2017), a região do Nordeste é a que apresenta o maior potencial solar no Brasil, com alto

valor médio do total diário da Irradiação Global Horizontal, para evitar o desmatamento de grandes áreas para a construção de hidrelétricas a energia solar pode ser vista como uma alternativa para as comunidades que vivem em áreas isoladas e que ainda não possuem energia elétrica convencional, (DAL BEM et al., 2016).

As comunidades de povos ribeirinhos no baixo e médio Madeira no município de Porto Velho vivem praticamente isoladas. Mesmo estando próximo à cidade, essas populações enfrentam problemas de infraestrutura, como estradas em condições ruins, falta internet e sinal de telefonia, bem como a ausência de energia elétrica. Todas essas dificuldades fazem com que os moradores procurem o apoio da prefeitura de Porto Velho, como por exemplo, projetos que ofereçam instalação de placas solares. De acordo com informações da concessionária de energia elétrica, Grupo Energisa, das 52 comunidades existentes no Médio e Baixo Madeira, 30 possuem pontos de energia elétrica (CRUZ, 2023).

Entretanto, não basta apenas a localização geográfica favorável em relação à disponibilidade de irradiação solar, são necessários alguns procedimentos básicos para potencializar a quantidade de energia gerada nas placas solares, tais como: a limpeza, o local de instalação, isto é, de preferência voltadas para a porção norte e com grau correto de inclinação (NEPAL et al., 2018).

Nesse sentido, a hipótese norteadora deste estudo, é que o Estado de Rondônia possui grande potencial para geração de energia fotovoltaica, uma vez que sua localização geográfica é privilegiada, pois está na região intertropical, entre os paralelos - 7° e - 13° e apresenta muitas comunidades isoladas desassistidas da rede de transmissão de energia elétrica.

2. JUSTIFICATIVA

A relevância desse trabalho parte de uma preocupação com meio ambiente, a acessibilidade às pessoas que vivem em comunidades isoladas, o valor mensal elevado da conta de energia, sendo necessário buscar estratégias para a redução dos problemas propostos. Nesse sentido, analisar a irradiação solar média mensal na escala municipal através de mapas temáticos, pode proporcionar um melhor entendimento da dinâmica sazonal da irradiação no Estado de Rondônia. Tal compreensão potencializa o planejamento para a difusão da energia solar em Rondônia.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Identificar as regiões e os períodos do ano com maior potencialidade para geração de energia fotovoltaica no estado de Rondônia a partir de dados de incidência solar de Irradiação Global Horizontal (IGH).

3.2. Objetivos específicos

- Gerar valores médios mensais de Irradiação Global Horizontal por municípios;
- Mapear as regiões com potencial para geração de energia solar no Estado de Rondônia a partir de técnicas de geoprocessamento;
- Identificar espacialmente a influência da sazonalidade sobre potencial de geração de energia entre os municípios do estado de Rondônia.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Metodologia

Para realização desta pesquisa utilizou-se de dados disponíveis gratuitamente do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN).

Esses dados correspondem às informações dos valores médios por mês do ano de 2017 de Irradiação Global Horizontal (IGH) de todo território nacional. Vale ressaltar que os dados de IGH são cruciais para a geração de energia solar fotovoltaica, sendo esta irradiação um indicador essencial para avaliar o potencial solar de um local e para dimensionar sistemas fotovoltaicos.

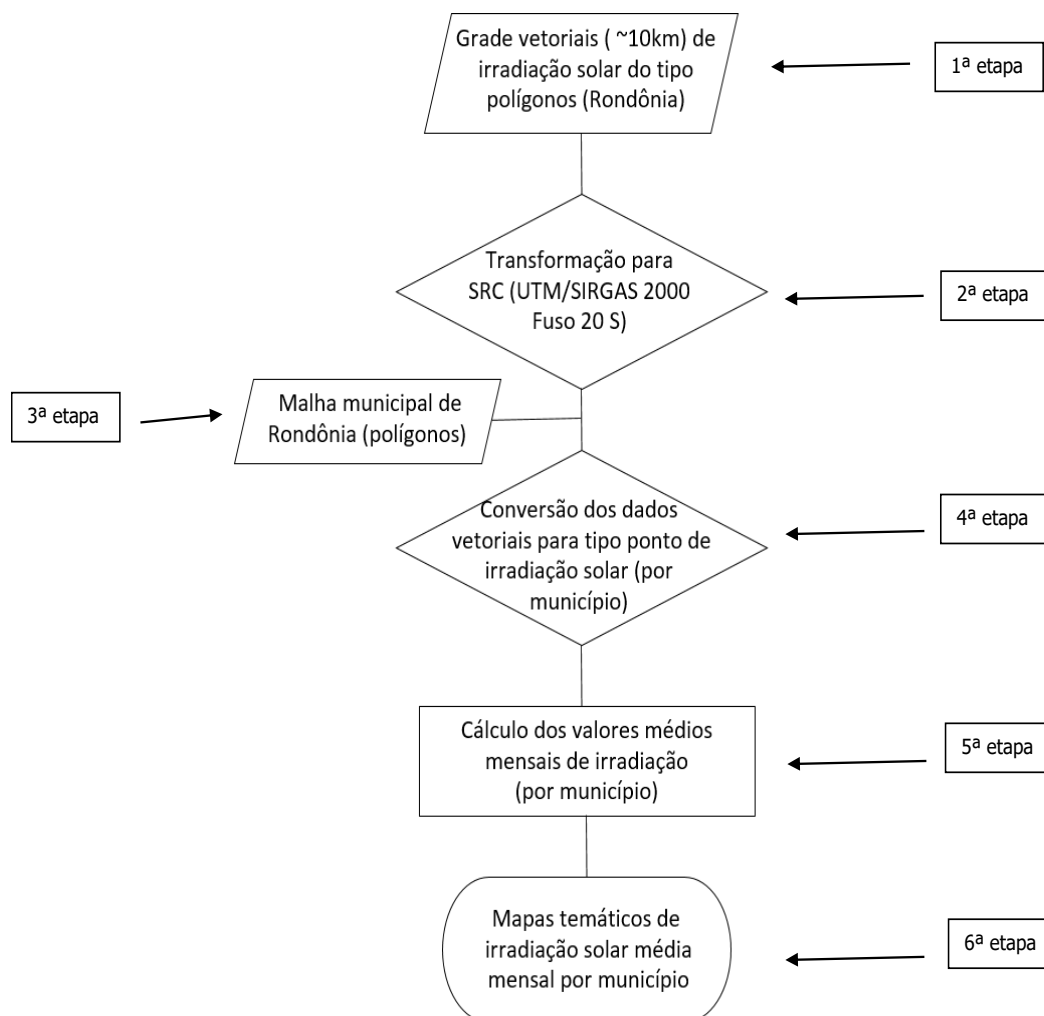
A partir desses dados com resolução espacial de aproximadamente 10 km/10km, foi feito o download das informações do Estado de Rondônia.

De posse desses dados, utilizou-se a malha dos municípios do Estado de Rondônia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), para fins de extração dos valores médios mensais da Radiação Solar Global Horizontal por município.

Após a etapa de processamento de dados, obteve-se os mapas temáticos de Irradiação Solar Global Horizontal média por município e mensal. A conclusão dessa etapa possibilitou observar espacialmente e sazonalmente o potencial para geração de energia fotovoltaica na escala municipal.

O software utilizado para uma melhor representação da realidade do potencial solar de Irradiação Global Horizontal para o ano de 2017, foi o QGIS Desktop 3.16, por ser um sistema de informações geográficas de código aberto atendendo as aplicações necessária para a geração dos mapas. Segue abaixo o fluxograma das etapas trabalhadas.

Figura 1. Fluxograma dos dados vetoriais

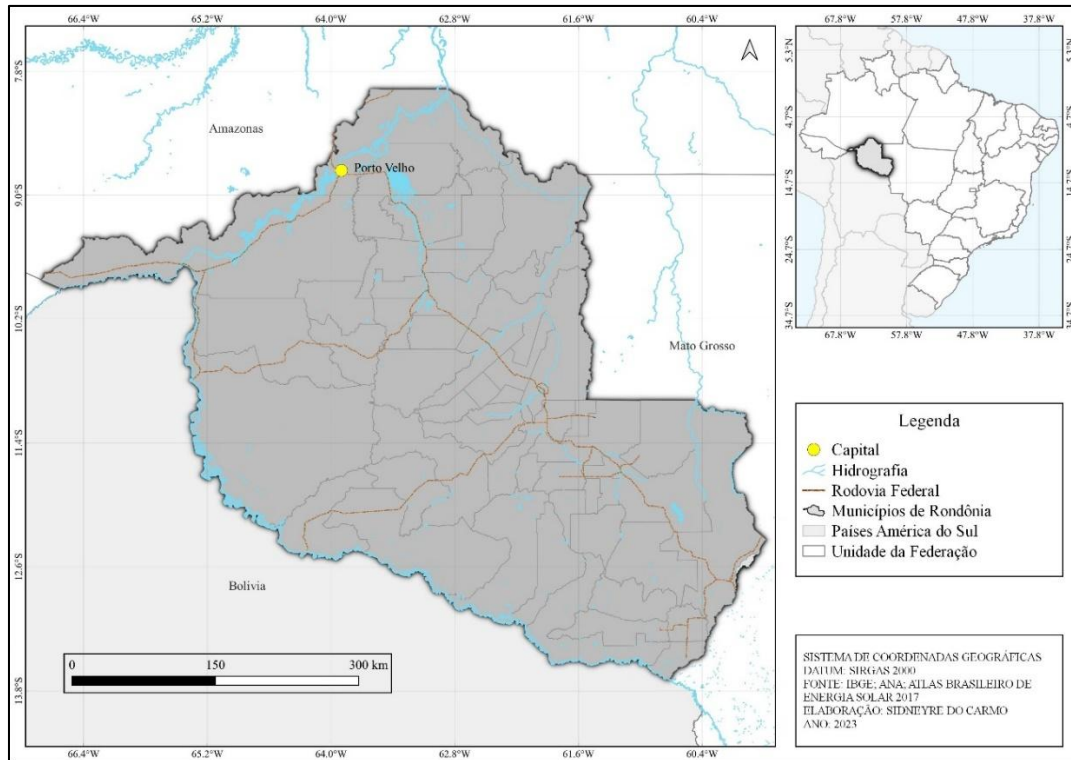


Fonte: Elaboração própria, (2024).

5. ÁREA DE ESTUDO

Localizado totalmente no hemisfério sul, na região Norte do Brasil, o Estado de Rondônia está inserido em uma área de transição entre o domínio morfoclimático do cerrado e o amazônico (TEJAS, 2012).

Figura 2. Mapa de localização da área de estudo do Estado de Rondônia



Fonte: Elaboração própria, (2023).

O estado de Rondônia apresenta um relevo predominantemente plano, caracterizado pela presença de extensas planícies, intercaladas por formações geológicas como falhas, fendas, morros e algumas serras. Essa configuração topográfica favorece significativamente a Irradiação Solar Global Horizontal, uma vez que as áreas planas possibilitam a incidência direta dos raios solares sobre as superfícies (RIZZOTTO et al., 2005).

Tal característica é especialmente relevante para a implementação de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica, pois reduz a interferência de obstáculos naturais e otimiza o aproveitamento da radiação solar ao longo do dia.

Quanto às condições climáticas, o Estado de Rondônia é classificado como uma região de clima Equatorial de estação, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger. A precipitação anual varia entre 1.340 mm e 2.340 mm, com uma média de 1.906,5 mm, concentrando-se principalmente no período chuvoso (de outubro a abril). A maior umidade relativa do ar ocorre em fevereiro, enquanto maio e setembro são meses de transição, conforme a estação seca abrange os meses de maio, junho, julho e agosto (TEJAS et al., 2012).

A temperatura média anual do ar situa-se entre 22°C e 26°C, sendo geralmente elevada e com pequenas variações ao longo do ano (FISCH, 1998).

Segundo Silva (2010), o verão é o período mais chuvoso do Estado de Rondônia, durante essa estação, observa-se uma grande atividade convectiva causada pela maior

incidência de radiação solar, importante devido a variabilidade temporal e espacial da energia solar, combinação de fatores meteorológicos.

6. A ENERGIA FOTOVOLTAICA

A economia mundial vem passando por amplas transformações, e o progresso em pesquisas avançam a cada dia. A produção de eletricidade eficiente é muito importante para o desenvolvimento, transformação e evolução da sociedade. Considerando a preocupação com o meio ambiente e o crescimento do consumo energético, é que se desenvolveu a necessidade pela busca de novas fontes alternativas de energia que não agredam o meio ambiente (ZAGO, 2017).

Voltando ao passado com o êxodo rural e o crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, a questão energética tornou-se uma variável importante para os líderes mundiais no que diz respeito ao planejamento de infraestrutura e fornecimento de recursos básicos (TORRES, 2015).

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico), embora seja, uma tecnologia moderna, o seu histórico de desenvolvimento remonta ainda do século XIX, pois segundo Perlin (1999), em 1839 Alexandre-Edmond Becquerel observa o efeito fotovoltaico em uma célula eletrolítica, quando exposta à luz, já no ano de 1876, foi projetado o primeiro equipamento fotovoltaico construído a partir de uma estrutura sólida e no ano de 1930 pesquisa sobre o efeito fotovoltaico foram aprofundada com as contribuições de Becquerel e Walter Schottky.

Segundo informações de Silva (2014), Calvin Fuller, um químico da Bell Laboratories, nos Estados Unidos, em 1953, desenvolveu um processo de difusão para inserir impurezas em cristais de silício, controlando assim suas propriedades elétricas, processo chamado “dopagem”. Em 1956 teve início a produção industrial, com o advento da microeletrônica que possibilitou a produção de uma barra de silício dopado, com uma pequena concentração de gálio o tornando condutor, sendo positivas as cargas móveis de silício do “tipo p”, elemento este que pertencente ao IV grupo da tabela periódica (CÂMARA, 2011).

Por ser econômico, as células solares de silício desenvolvidas em 1954 favoreceram as indústrias fotovoltaica tornando um mercado competitivo. Nesse início, a indústria espacial lançou seu primeiro satélite com célula solar em 1958, através do Vanguard I da Naval Research Laboratory (VALLÊRA; BRITO, 2006).

A crise energética mundial de 1973 a 1974 reacenderam e ampliaram o interesse pelas aplicações terrestres no campo energético. Nesse contexto, em 1974, Southern Railway, instalou módulos solares para alimentar as lâmpadas de sinalização nos

cruzamentos ferroviários no estado da Geórgia/EUA, diminuindo significativamente as despesas com a manutenção e extensão da rede convencional para atendimento de pequenas cargas (PERLIN, 1999).

Algumas empresas nos Estados Unidos passaram a incluir em suas áreas de negócio a produção de energia solar, no final da década de 1990. Nessa esteira, Japão e Alemanha impulsionados por políticas que tinham como objetivo a redução do CO² como também nos países em desenvolvimento (VIDAL, 2011).

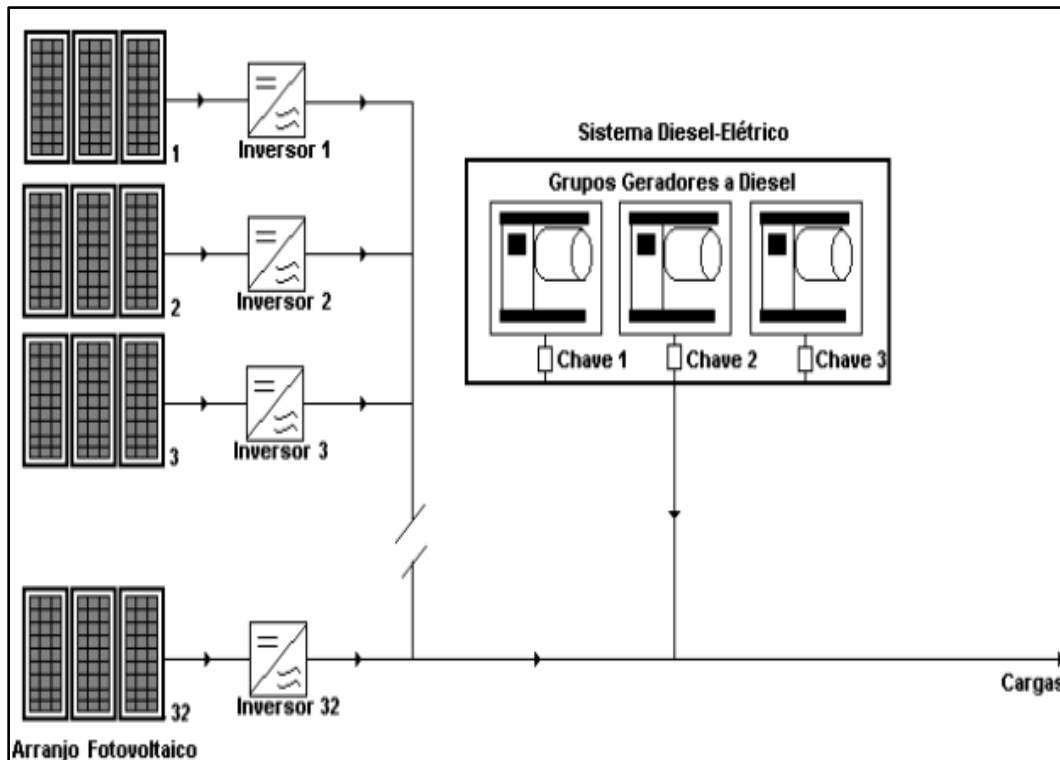
De acordo com Ferraz (2018), em 2009 a China já liderava na fabricação de módulos, com isso o mercado fotovoltaico teve um grande desenvolvimento e, em 2012, a produção de módulos fotovoltaicos pela China correspondeu a 64% da produção mundial. Nesse contexto, o Brasil, começou a instalação dos primeiros sistemas fotovoltaicos conectados à rede partir do final de 1990 (GALDINO; PINHO, 2014).

Segundo Cunha, Freitas e Santos (2018), o Brasil, não possuía regulamentação para produção de energia solar antes de 2012, o que foi resolvido através da Resolução Normativa nº 482 publicado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), permitindo então acesso à micro geração e mini geração aos sistemas de energia elétrica nacional.

Recentemente o Estado de Rondônia tem se destacado no aumento de empresas com inovações tecnológicas em captação de energia renováveis através de módulos fotovoltaicos pois são mais eficientes contribuindo para um futuro energético sustentável (TOLMASQUIM, 2016).

De acordo com Barbosa (2006), o distrito de Araras localizado no município de Nova Mamoré, foi o primeiro do Estado de Rondônia a instalar o Sistema Híbrido de Energia (SHE), solar fotovoltaico e diesel no ano de 2001, com capacidade de 20,48 Kwp nas placas solares. Este projeto teve como objetivo a redução da dependência do óleo diesel proporcionando benefícios socioeconômicos aos moradores daquela região. Na figura 3 é possível ver o fluxograma do projeto.

Figura 3. Diagrama de blocos do sistema de Araras



Fonte: Claudomiro, (2006).

7. A RADIAÇÃO SOLAR E A ENERGIA FOTOVOLTAICA

Existem alguns tipos de irradiação que apresentam as modificações e a intensidade de calor em um determinado local podendo ser: difusa, direta normal, global e fotossinteticamente ativa. Os componentes de irradiação solar baseado na nomenclatura de Duffie e Beckamam (2013), podem ser descritas em:

- Irradiação Solar Difusa (ID)

À medida que a luz solar passa pela atmosfera, parte dela é espalhada e refletida por: moléculas de ar, vapor de água, nuvens, pó, poluentes, incêndios florestais e vulcões, ou seja, tem interferências com as partículas atmosféricas (LIMA, 2018);

- Irradiação Solar Direta Normal (DNI)

A radiação solar que atinge a superfície da Terra sem ser difundida com outro elemento é chamada de radiação solar de feixe direta, não sofre nenhum tipo de desvio na direção dos raios solares, recebe mais energia principalmente em dias de céu claro, ou seja, não tem influência com partículas de nuvens e poluição (URBANETZ, 2010);

- Irradiação Solar Global Horizontal (GHI)

A irradiação solar global horizontal que alcança a superfície é a soma da radiação solar difusa e direta, constitui uma variável climática importante, por ser a principal fonte de

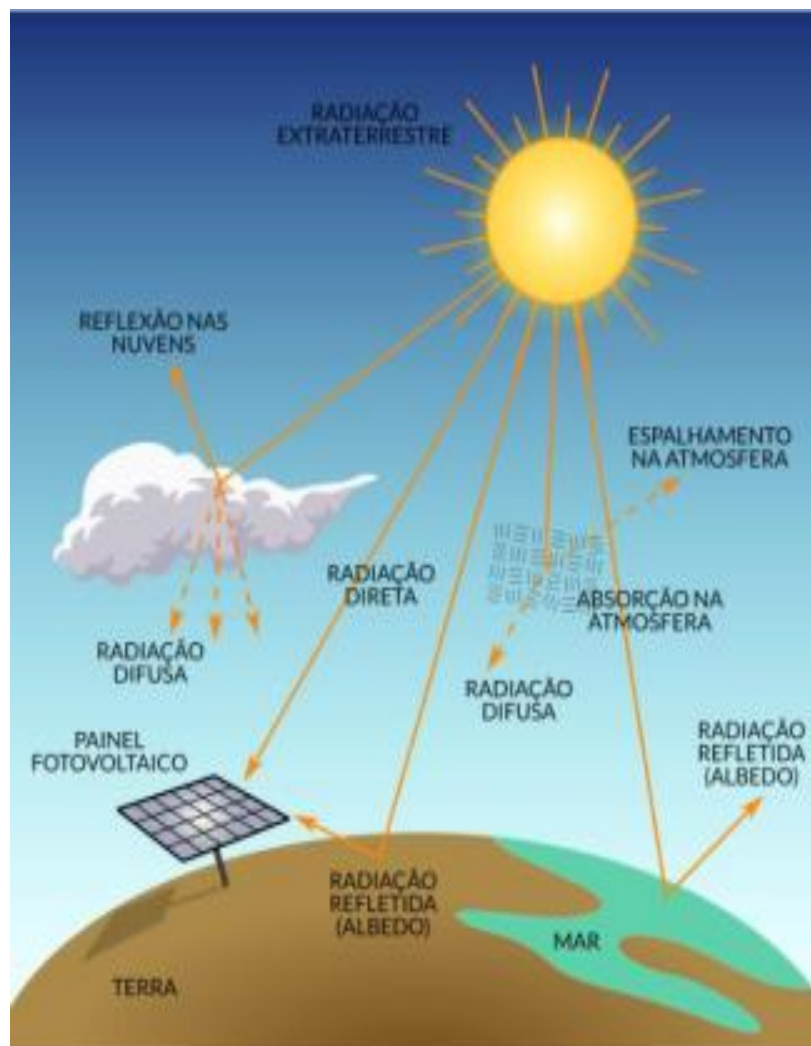
energia do planeta e porque sua distribuição, não uniforme, influencia praticamente todos os elementos do clima (ANDRADE, 2011).

- Irradiação Solar Fotossinteticamente Ativa (albedo)

É a fração do espectro da radiação solar global entre os comprimentos de 0,4 a 0,7 μm , que é utilizada no processo de fotossíntese (FINCH et al., 2004).

As condições atmosféricas podem reduzir a radiação do feixe direto em 10% em dias claros e secos e em 100% durante dias nublados. O que mais interfere no processo de absorção e espalhamento da luz solar que incide sobre a superfície são as nuvens, pois a Terra está envolta quase que permanentemente por uma cobertura de nuvens chegando a 50% de sua área total (PEREIRA et al., 2017).

Figura 4. Posição das placas solares de acordo com a posição do Sol e o tipo de Radiação



Fonte: Tiepolo; Junior. (2018).

Para se ter um melhor aproveitamento da irradiância local, é necessário que a inclinação dos componentes também esteja de acordo com a latitude local, ou seja, para

uma melhor produção de energia solar as placas solares devem estar na posição em direção a linha do Equador (NEPAL et al., 2018).

A componente direta varia de acordo com a presença de gases, nuvens, poluição e aerossóis, o que acaba afetando o aproveitamento de energia solar para conversão em eletricidade, com os dados de radiação global horizontal medidos e da radiação difusa estimada, se pode calcular as demais componentes, tanto para superfícies horizontais como para superfícies com inclinação e orientação qualquer, fator muito importante para a estimativa das componentes da radiação solar é que elas são afetadas diretamente pela latitude do local, quanto mais inclinados são os raios do sol, mais são espalhados pela atmosfera, tornando se mais dispersos e difusos (PENICHE; PASS; MELO, 2016).

8. PANORAMA ATUAL DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A geração de energia elétrica a partir de equipamentos fotovoltaicos no Brasil está em alta, os dados de irradiação solar na região, são fundamentais dependendo da latitude do local, paisagem e hora do dia.

Dentre os poucos países do mundo, o Brasil por estar em sua maior parte na Zona de Convergência Intertropical, recebe uma grande incidência solar ao longo do ano, e por consequência, a existência de radiação solar em toda a sua extensão territorial, fatores que propiciam a instalação de placas fotovoltaicas utilizando o geoprocessamento como subsídio técnico permitindo explorar plenamente seu potencial de geração de energia elétrica e calor (LORENZI, 2012).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, publicação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), no Brasil diariamente o Sol incide entre 4.444 Wh/m² a 5.483 Wh/m² de Irradiação Solar Global Horizontal o incidente fica entre 1.500 kWh/m² e 2.500 kWh/m² ano sendo valores maiores que os de muitos países Europeus, como a Alemanha 900 kWh/m² e 1.250 kWh/m², França 900 kWh/m² e 1.650 kWh/m² e Espanha com a variação de 1.200 kWh/m² e 1.850 kWh/m²/ano, utilizam dos recursos solares para produção de eletricidade.

Segundo Kemerich et al. (2016), com o aumento acelerado da população e dos padrões de consumo da sociedade atual, o Brasil apresenta um potencial para a geração de energia fotovoltaica, porém esbarra na parte financeira, havendo a necessidade de apoio do Poder Público, devendo investir no setor para que este tipo de energia possa chegar às comunidades distantes dos grandes centros, por ter um custo de instalação alto essa energia é pouco estudada.

Em 2020 a potência de energia fotovoltaica conectada à rede elétrica no Brasil atingiu 2,38 Gwh, resultado da geração combinado das 204.058 usinas instaladas, conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além disso, pesquisas indicam que, em 2021, o Brasil continuou ampliando sua capacidade instalada, consolidando-se como um dos setores que mais atraiu investimentos, chegando a 21,8 bilhões, tanto das grandes usinas, quanto dos pequenos e médios sistemas instalados em residências, pequenos negócios e propriedades rurais, o sistema pode ser conectado à rede elétrica (MORALES, 2011).

Segundo levantamento feito pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o Brasil no ano de 2022 vivenciou um crescimento significativo com relação à tecnologia solar fotovoltaica, impulsionado por consumidores que fazem investimento gerando sua própria energia.

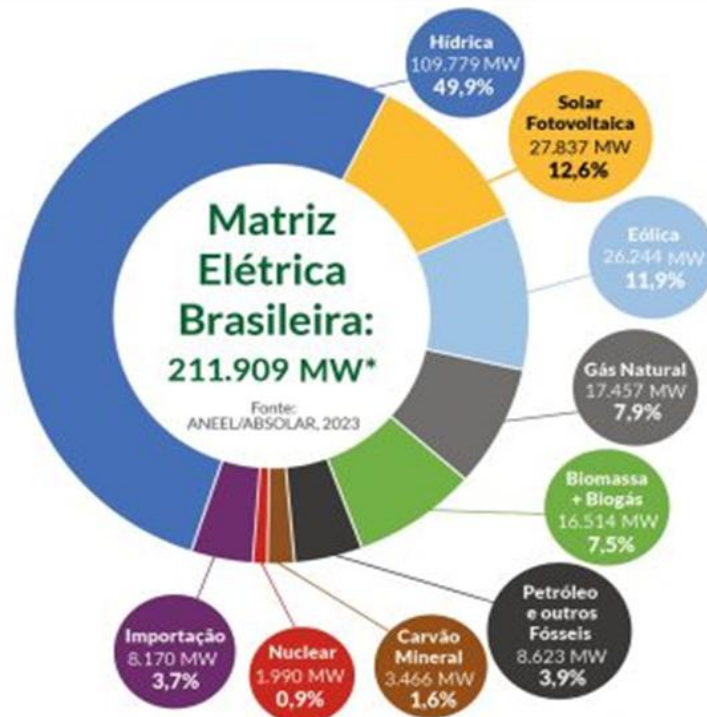
A expansão da Energia Solar no Brasil, conforme projeções apresentadas no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), documento oficial que estabelece as perspectivas de expansão do setor energético no país, indica que, até o ano de 2026, estima-se que a capacidade de geração de energia solar gerada deverá atingir 13 GW, desce total, estima-se que 9,6 GW serão provenientes de geração centralizada e 3,4 GW de geração distribuída (SILVA, 2018).

A participação da energia solar na matriz elétrica brasileira 5,7% do total, de acordo com dados Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) a produção dessa fonte energética apresentou crescimento acelerado ao longo de 2023, alcançando no mês de abril 27.837 MW, o que corresponde a 12,6% a capacidade total de geração elétrica no país (ABSOLAR, 2023).

O crescimento do uso de energia solar pode ser atribuído, entre outros fatores, ao avanço da tecnologia que propicia um aproveitamento mais eficaz na captação e conversão da radiação solar em energia elétrica e a queda vertiginosa do preço dos painéis fotovoltaicos no mundo (LIRA 2018).

Embora estudos científicos e Atlas brasileiro de Energia Solar evidenciem o elevado potencial do Brasil, para a geração de energia fotovoltaica a participação dessa fonte na matriz energética permanece reduzida.

Figura 5. Participação da energia fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira



A potência total da matriz não inclui a importação e segue critério aplicado pelo MME, que adiciona, nos valores de capacidade instalada, as quantidades de mini e microgeração distribuída associadas a cada tipo de fonte. Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.

Fonte: Absolar, (2023).

De acordo com os estudos do Plano Nacional de Energia (PNE), atualmente em elaboração pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a estimativa é que a potência instalada de micro e mini geração distribuída por fonte solar alcance 78 gigawatts (GW) até o ano de 2050, esse valor poderá corresponder a aproximadamente 9% de toda a oferta de energia elétrica no país (EPE, 2020).

Em 2022 o valor médio para a instalação do sistema fotovoltaico no Brasil foi de aproximadamente R\$ 17.000,00 (dezesete mil reais), esse custo pode variar conforme a quantidade de painéis solares instalados e o nível de consumo energético do imóvel (ABSOLAR, 2023).

9. MAPEAMENTO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ESTADO DE RONDÔNIA

Geoprocessamento tem se mostrado uma poderosa ferramenta para projetos de energia solar, além de sua versatilidade, visto que possui interdisciplinaridade com a Meteorologia, Geografia, Biologia, Engenharia Elétrica, Civil, Energia, Geologia e as

Geociências, tendo sua parcela de contribuição para a economia mundial, estudos e pesquisas de desenvolvimento social e urbano e a busca de alternativas para produção de energia a partir de fontes não poluentes, uma vez que é de grande importância conhecer previamente as condições da região e climatológicas das áreas de interesse para que não tenha perda significativa na captação da irradiação solar nas placas solar (LIRA, 2018).

Segundo Garcia et al. (2015), geoprocessamento tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, diagnósticos de recursos naturais, análises de transporte, comunicação, energia e planejamento urbano e regional.

As ferramentas do geoprocessamento, que somam técnicas matemáticas e computacionais compõe para um tratamento de Sistema de Informações Geográficas (SIG) podem ser utilizadas para avaliar o potencial de várias alternativas renováveis de energia, incluindo aspectos, tais como, a localização geográfica (WANG; KOCH, 2010).

Para a construção dos mapas de irradiação solar para todos os meses do ano de 2017, utilizando técnicas de geoprocessamento, importante na construção e realização das análises dos mapas de irradiação solar, forneceu informações precisas, possibilitou a identificação de áreas com muito ou pouca concentração de radiação solar nos municípios do Estado de Rondônia.

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Figura 6, que mostra a Irradiação Global Horizontal da média mensal (jan/dez – 2017) por município no Estado de Rondônia, nos permite fazer uma análise geral do comportamento espacial e temporal da radiação solar ao longo do ano.

Nas regiões sul e sudeste, é possível observar os valores mais altos de irradiação na maior parte do ano e, na porção leste, entre junho e julho. Por exemplo, municípios como Vilhena, Colorado do Oeste e Cabixi são frequentemente destacados com tons mais escuros (acima de 5000 Wh/m²/dia). Esta região tende a ter menor nebulosidade durante a estação seca, favorecendo maior incidência solar.

Já nas regiões norte e noroeste do Estado, verifica-se os valores mais baixos, com tons mais claros (entre 4200 e 4600 Wh/m²/dia). Municípios como Guajará-Mirim e partes de Porto Velho são menos favorecidos, refletindo maior cobertura de nuvens, característica típica da Amazônia Ocidental.

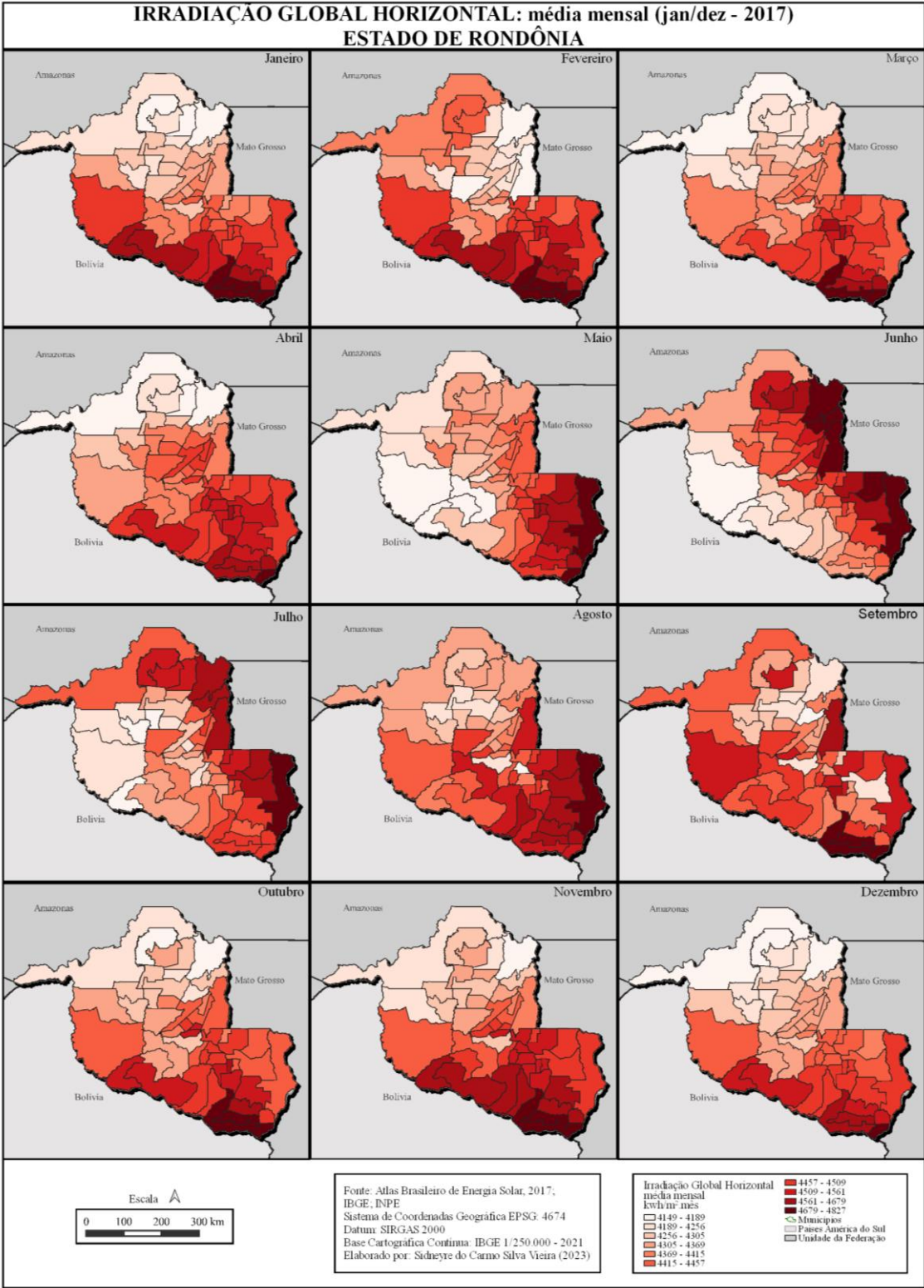
O comportamento da irradiação solar em Rondônia reflete a sazonalidade climática da região amazônica, com maiores índices concentrados no sul e sudeste do estado durante o período seco, enquanto o norte e noroeste registram valores mais baixos, especialmente na estação chuvosa. De modo geral, Rondônia apresenta elevado potencial

para geração de energia solar, principalmente no segundo semestre, sendo essencial um planejamento regionalizado para a implantação eficiente de sistemas fotovoltaicos, considerando as variações entre os municípios.

Esse tipo de análise, sazonal e espacial da irradiação solar, é essencial para o planejamento de sistemas de energia solar, pois permite identificar os períodos e locais com maior ou menor disponibilidade de radiação.

Um dos principais desafios na implementação da energia solar fotovoltaica é a insuficiência de infraestrutura para a instalação de painéis solares em diversas regiões do estado de Rondônia o que dificulta o avanço dos projetos. Além disso, os problemas ambientais, como o desmatamento e as queimadas também interferem negativamente, pois contribuem para o agravamento do efeito estufa comprometendo os benefícios dessa fonte de energia. Outro fator crucial é a falta de conscientização da população quanto às vantagens da energia solar, sendo essencial promover a educação e o engajamento público para estimular a aceitação e a adoção de novas tecnologias sustentáveis.

Figura 6. Irradiação Global Horizontal média mensal



Fonte: Elaboração própria, (2022).

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo possibilitou observar que o estado de Rondônia apresenta excelente potencial para geração de energia solar, especialmente nos municípios do sul e sudeste. Esta região, devido à combinação de altos índices solares e longos períodos secos, deve ser priorizada em projetos de expansão de energia fotovoltaica.

Contudo, vale ressaltar que os resultados aqui observados, correspondem aos valores médios obtidos durante o ano de 2017 e, dessa forma, não devem ser tomados como dados finalizados, dada a dinâmica climática que deve ser analisada com séries temporais maiores.

Outra evidência apontada por este estudo foi mostrar que uso do Geoprocessamento é fundamental para transformar dados vetoriais (resolução espacial de 10 km) de irradiação solar global horizontal em informações espaciais claras, visuais e estratégicas. Através desta geotecnologia foi possível mapear com precisão a distribuição da radiação solar ao longo do tempo e do espaço, facilitando o entendimento das variações sazonais e regionais.

REFERÊNCIAS

- ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Energia Fotovoltaica no Brasil: Infográfico ABOSOLAR. 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 13 de abr. 2023.
- ANDRADE, Antonio Marcos Delfino. Radiação solar global e fotossinteticamente ativa (PAR) acima e abaixo do dossel de floresta de mata atlântica no estado de Alagoas. 2011.
- BARBADO, Norma; LEAL, Antonio Cezar. Cooperação global sobre mudanças climáticas e a implementação do ODS 6 no Brasil. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, p. e29110313290-e29110313290, 2021.
- BARBOSA, Claudomiro Fábio de Oliveira. Avaliação tecnológica, operacional e de gestão de sistemas híbridos para geração de eletricidade na Região Amazônica. Orientador: João Tavares Pinho. 2006. p. 210. (Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3340>>. Acesso em: 30 de jun. 2022.
- BRASIL - Ministério da Agricultura e Pecuária. Estações Automáticas A-807. INMET-Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: 14 de jan. 2022.
- BRASL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estações Automáticas A940. INMET -Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- CÂMARA, Fernando Câmara. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Lavras, MG. 2011.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética – BRASIL. Plano Nacional de Energia 2050. Brasília: EPE, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE>>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- CORREIA, Fernanda Lima Rodrigues et al. Viabilidade de Implantação do Sistema Fotovoltaico na AEDB. 2019. Disponível em: < <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos20/18630199.pdf>> Acesso em: 22 jun. 2023.
- CRUZ, Jaíne Quele. Um caminho pelo Madeira até a invisibilidade social: ribeirinhos enfrentam problemas de trafegabilidade, comunicação e energia. Portal G1 Rondônia, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2021/10/07/por-falta-de-transporte-fluvial-alunos-ribeirinhos-continuam-sem-ir-a-escola-em-porto-velho-problema-ja-dura-quatro-anos.ghtml>>. Acesso em: 14 mai. 2023.
- CUNHA, Danilo Candido.; SANTOS, Paulo Henrique Frois.; FREITAS, Daniel Araújo Corrêa. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 03, ed. 11, Vol. 05. p. 148-161 nov. 2018. Disponível em: < <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/energia-solar>>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- DA ROSA, Antonio Robson Oliveira.; GASPARIN, Fabiano Perin. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil. *Revista brasileira de energia solar*, v. 7, n. 2, p. 140-147, 2016.

DAL BEM, Julio César Trevisan et al. Solução para bombeamento de água em propriedades rurais utilizando energia solar fotovoltaica. In: Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS. 2016. p. 1-8.

DUFFIE, John A.; BECKMAN, William A. Solar engineering of thermal process. A Wiley-Interscience Publication, Estados Unidos da América, v. 2, 2013. Disponível em: <[https://www.sku.ac.ir/Datafiles/BookLibrary/45/John%20A.%20Duffie,%20William%20A.%20Beckman\(auth.\)-Solar%20Engineering%20of%20Thermal%20Processes,%20Fourth%20Edition%20\(2013\).pdf](https://www.sku.ac.ir/Datafiles/BookLibrary/45/John%20A.%20Duffie,%20William%20A.%20Beckman(auth.)-Solar%20Engineering%20of%20Thermal%20Processes,%20Fourth%20Edition%20(2013).pdf)>. Acesso em: mai. 2024.

DYSON, Freeman John. O Sol, o Genoma e a Internet: ferramentas das revoluções científicas. São Paulo, SP: Editora Companhia das Letras, 2001. 140 p.

FERRAZ, Renato Santos Freire et al. Análise comparativa do potencial de energia solar na região nordeste do Brasil x Alemanha. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII, n. 000142, 2018.

FINCH, D. A et al. Regimes de radiação fotossinteticamente ativos em um ambiente de savana da África Austral. v. 122, n. 3-4, p. 229-238, 2004.

FISCH, Gilberto.; MARENGO, José Antônio.; NOBRE, Carlos Afonso. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. Acta amazônica, v. 28, n. 2, p. 101-101, 1998.

GALDINO, Marco Antônio.; PINHO, João Tavares. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. CEPEL-CRESESB. Rio de Janeiro, 2014. p. 529.

GARCIA, Patrícia Helena Mirandola et al. Análise multitemporal da bacia hidrográfica do córrego taboca, município de Três Lagoas/MS–2010 E 2015.

GOUVÊA, Evaldo Chagas. Resposta espectral de células fotovoltaicas em condições reais de operação. Guaratinguetá. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Brasil. População do estado de Rondônia. Disponível em: <Malha Municipal | IBGE>. Acesso em: 14 de junho. 2022.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha et al. Paradigmas da Energia Solar no Brasil e no Mundo. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, p. 241-247, 2016.

LIMA, João Victor Figueiredo; GONÇALVES, Pedro Henrique S.A. A influência do ângulo de inclinação na incidência de radiação solar em painéis fotovoltaicos. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Brasília, junho, 2018.

LIRA, Guilherme. Geoprocessamento aplicado à análise de solução energética para o projeto de integração do São Francisco. Recife, 2018. p. 97. Trabalho de Conclusão de Curso.

LORENZI, Bruno Rossi. Em busca de alternativas energéticas: estudo sobre as pesquisas em células combustíveis no Brasil. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MORALES, Luis Roberto Valer. A utilização de sistemas fotovoltaicos de bombeamento para irrigação em pequenas propriedades rurais. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2011. p. 170.

NEPAL, Pramod et al. Determinação precisa da taxa de sujeira com modificador de ângulo de incidência para módulos fotovoltaicos. IEEE Journal of Photovoltaics. v. 9, n. 1, p. 295-301, 2018.

PENICHE, Francisco Fadel; PASS, Gabriel Tem; MELLO, Lucas Bozza de Oliveira. Análise de Dados de Radiação Solar na Região de Curitiba para Aproveitamento Energético. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

PEREIRA, Enio Bueno et al. Atlas brasileiro de Energia Solar 2017. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80 p. Disponível em: <<http://mtcm21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm21b/2017/08.15.18.20/doc/thisInformationItemHomePage.html>>. Acesso em: 26 out. 2019.

PEREIRA, Nilson Leite. Energia solar uma perspectiva de sustentabilidade e viabilidade economica. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, IFMG, Cuiabá/MG, 2016.

PERLIN, John. From space to earth: the story of solar electricity. Earthscan, 1999.

RIZZOTTO, Gilmar José et al. Projeto Rio Madeira: Levantamento de Informações para Subsidiar o Estudo de viabilidade do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) do Rio Madeira. Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau. CPRM, p. 423. 2005. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/10286/1/Relatorio_AHE_JIRAU.pdf>. Acesso em: 18 de julho. 2023.

REZENDE, Jaqueline Oliveira. A importância da energia solar para o desenvolvimento sustentável. editora Atena: Paraná, p. 165. 2019.

SILVA, Bruno Dal Pont; RUBBO, Patrick Nikson; RAMPINELLI, Giuliano Arns. Análise do Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos Fixos e com Rastreador Solar. In: Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS. 2014.

SILVA, Marcelo José Gama da. Uso e cobertura do solo e a variabilidade do clima de Porto Velho-RO. 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Núcleo de Ciências e Tecnologia (NCT), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PGDR), Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2010.

SILVA, Matheus Mira da. Otimização do Sistema Híbrido de Geração Elétrica no Site Imigrantes. 2018.

TEJAS, Graziela Tosini et al. Estudo da variabilidade climática em Porto Velho/RO-Brasil, no período de 1982 a 2011. Revista de Geografia, v. 29, n. 2, p. 63-83, 2012.

TEJAS, Graziela Tosini. Análise espaço-temporal do clima urbano da cidade de Porto Velho, RO. 2012. p. 122.

TIEPOLO, Gerson Máximo; JUNIOR, Jair Urbanetz. Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná- Comparação do Potencial do Paraná com outros Estados e Europa. Paraná/PR:[sn], 2018. p. 5. Disponível em: <<https://utfpr-ct-static-content.s3.amazonaws.com/labens.ct.utfpr.edu.br/wp-content/uploads/2018/11/Compara%C3%A7%C3%A3o-Atlas-do-Paran%C3%A1-Smart-Energy-2018-Tiepolo-et-al-FINAL-V02.pdf>>. Acesso em: 22 de set. 2019.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. editora EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TORRES, Rafael Gerzson. Desenvolvimento de metodologia para avaliação do potencial de utilização de sistemas de energia solar fotovoltaica em meios urbanos. Porto Alegre, p. 163. 2015. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado).

URBANETZ, Junior Jair. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição urbanas: Sua influência da qualidade de energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a

conectividade. 2010. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94284?show full> > Acesso em: 15 de set. 2019.

VALLÊRA, Antônio Manuel.; BRITO, Miguel Caetano. Meio Século de História Fotovoltaica. Lisboa, Gazeta da física, v. 29, p.10-15, 2006. Disponível em: <https://www.solenerg.com.br/energia-solar-fotovoltaica-marcos-historicos/>. Acesso em: 02 de ago. 2022.

VIDAL, André Carvalho Foster; HORA, André Barros da. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. BNDES Setorial, n. 33, mar. 2011, p. 261-314, 2011.

WANG Shifeng, KOCH, Barbara. Determining profits for solar energy with remote sensing data. Energy, v. 35, n. 7, p. 2934-2938, 2010.

ZAGO, Emmanuelle Albara. et al. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento utilizando energia fotovoltaica. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Uniãoeste. Cascavel - PR. 2017.

APÊNDICE

Tabela 1. Irradiação Global Horizontal média mensal do ano de 2017

NOME	ID	UF	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Alegre dos Parecis	Média	RO	4556	4457	4502	4503	4071	4299	4507	5009	4909	5118	5038	4836
Alta Floresta D'Oeste	Média	RO	4557	4487	4487	4515	4025	4283	4485	4982	4926	5121	5071	4858
Alto Paraíso	Média	RO	4290	4391	4332	4365	4028	4380	4468	4831	4882	5001	4773	4501
Alvorada D'Oeste	Média	RO	4302	4329	4314	4423	4022	4378	4456	4830	4852	4995	4746	4556
Ariquemes	Média	RO	4302	4329	4314	4423	4022	4378	4456	4830	4852	4995	4746	4556
Buritiz	Média	RO	4305	4368	4319	4372	3977	4343	4442	4827	4887	4997	4743	4515
Cabixi	Média	RO	4827	4633	4697	4765	4252	4349	4527	5000	4993	5262	5232	5126
Cacaulândia	Média	RO	4293	4323	4362	4475	4017	4364	4444	4881	4898	5036	4783	4569
Cacoal	Média	RO	4415	4401	4500	4502	4142	4442	4568	5002	4954	5120	4991	4764
Campo Novo de Rondônia	Média	RO	4256	4311	4310	4425	4032	4357	4426	4861	4884	4991	4738	4515
Candeias do Jamari	Média	RO	4189	4381	4306	4332	4002	4421	4573	4858	4897	4947	4733	4432
Castanheiras	Média	RO	4445	4410	4514	4550	4151	4348	4488	4915	4898	5137	5024	4765
Cerejeiras	Média	RO	4781	4654	4647	4631	4196	4345	4537	5031	4995	5250	5171	5041
Chupinguaia	Média	RO	4561	4497	4509	4556	4233	4392	4551	5017	4917	5157	5051	4860
Colorado do Oeste	Média	RO	4679	4507	4575	4595	4202	4359	4542	5013	4924	5132	5071	4968
Corumbiara	Média	RO	4641	4550	4552	4570	4180	4348	4516	5017	4948	5193	5096	4929
Costa Marques	Média	RO	4601	4466	4443	4509	3916	4199	4435	4910	4927	5157	5056	4900
Cujubim	Média	RO	4166	4316	4307	4305	4015	4451	4572	4885	4884	4991	4695	4485
Espigão D'Oeste	Média	RO	4399	4387	4453	4484	4205	4486	4601	5031	4947	5103	4921	4705
Governador Jorge Teixeira	Média	RO	4297	4287	4353	4468	3977	4358	4511	4961	4943	5015	4769	4542
Guajará-Mirim	Média	RO	4480	4414	4379	4393	3909	4205	4452	4942	4960	5098	4882	4728
Itaipu do Oeste	Média	RO	4227	4388	4312	4341	4023	4451	4581	4883	4959	5017	4768	4493
Jaru	Média	RO	4358	4327	4384	4490	4018	4382	4465	4890	4909	5082	4867	4630
Ji-Paraná	Média	RO	4359	4301	4388	4439	4087	4502	4606	5000	4985	5099	4829	4652
Machadinho D'Oeste	Média	RO	4149	4296	4301	4298	4020	4488	4604	4898	4852	4956	4643	4452
Ministro Andreazza	Média	RO	4356	4349	4438	4458	4078	4392	4568	4948	4887	5050	4926	4733
Mirante da Serra	Média	RO	4399	4345	4401	4415	3936	4287	4471	4956	4958	5061	4906	4643
Monte Negro	Média	RO	4245	4362	4341	4444	4008	4348	4435	4858	4888	5003	4746	4524
Nova Brasilândia D'Oeste	Média	RO	4452	4396	4447	4495	4021	4322	4447	4942	4925	5092	4945	4738
Nova Mamoré	Média	RO	4353	4348	4309	4356	3940	4265	4450	4874	4931	5029	4714	4577
Nova União	Média	RO	4369	4327	4427	4459	4020	4338	4451	4882	4923	5119	4940	4649
Novo Horizonte do Oeste	Média	RO	4469	4407	4515	4538	4102	4361	4462	4952	4939	5127	4987	4741
Ouro Preto do Oeste	Média	RO	4384	4316	4390	4487	4079	4421	4504	4918	4904	5086	4879	4663
Parecis	Média	RO	4466	4415	4491	4540	4176	4360	4512	5000	4919	5149	5004	4800
Pimenta Bueno	Média	RO	4469	4446	4490	4533	4241	4439	4592	5014	4853	5096	4930	4768
Pimenteiras do Oeste	Média	RO	4782	4635	4676	4658	4155	4320	4541	5005	5003	5245	5206	5054
Porto Velho	Média	RO	4247	4364	4279	4311	3939	4315	4502	4895	4927	4979	4688	4445
Presidente Médici	Média	RO	4434	4408	4463	4488	4100	4376	4503	4938	4926	5124	4976	4750
Primavera de Rondônia	Média	RO	4484	4446	4539	4579	4223	4362	4526	4936	4904	5105	5002	4812
Rio Crespo	Média	RO	4214	4329	4307	4373	4034	4379	4481	4846	4858	4973	4770	4566
Rolim de Moura	Média	RO	4457	4414	4577	4545	4151	4362	4489	4920	4954	5138	4989	4781
Santa Luzia D'Oeste	Média	RO	4480	4423	4541	4568	4147	4348	4479	4960	4983	5152	5004	4807
São Felipe D'Oeste	Média	RO	4495	4462	4576	4600	4208	4375	4503	4949	4952	5186	5009	4820
São Francisco do Guaporé	Média	RO	4594	4507	4514	4552	3973	4247	4472	4932	4943	5163	5087	4900
São Miguel do Guaporé	Média	RO	4400	4375	4373	4418	3922	4276	4496	4986	4941	5025	4895	4667
Seringueiras	Média	RO	4413	4356	4358	4444	3901	4255	4477	4939	4933	5011	4905	4658
Teixeirópolis	Média	RO	4447	4364	4404	4475	4042	4367	4497	4928	4894	5146	4955	4705
Theobroma	Média	RO	4341	4313	4324	4467	4043	4419	4507	4844	4842	4986	4765	4608
Urupá	Média	RO	4448	4367	4440	4498	4028	4347	4479	4910	4928	5155	4984	4693
Vale do Anari	Média	RO	4272	4316	4375	4392	4081	4499	4616	4918	4913	5001	4729	4559
Vale do Paraíso	Média	RO	4359	4320	4375	4488	4073	4433	4533	4912	4898	5056	4833	4654
Vilhena	Média	RO	4509	4424	4452	4511	4276	4477	4642	5130	4956	5100	4911	4796

Fonte: Elaboração própria, (2022).