



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

**CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO**

JOÃO GABRIEL RUBIM VELOSO

**CARTOGRAFIA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NECESSÁRIOS À GERAÇÃO
DE ENERGIA SOLAR NO ESTADO DO MARANHÃO**

São Luís
2022

JOÃO GABRIEL RUBIM VELOSO

**CARTOGRAFIA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NECESSÁRIOS À GERAÇÃO
DE ENERGIA SOLAR NO ESTADO DO MARANHÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Direção do Curso de Geografia do Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual do Maranhão como pré-requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Prof. MSc. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias -
Orientador

São Luís
2022

Veloso, João Gabriel Rubim.

Cartografia dos elementos climáticos necessários à geração de energia solar no estado do Maranhão / João Gabriel Rubim Veloso. – São Luís, 2022.

36 f.

Monografia (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientador: Prof. Me. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias.

1.Climatologia. 2.Insolação. 3.Nebulosidade. 4.Energia solar
5.Consumol.Título.

CDU:911.9:620.91(812.1)

CARTOGRAFIA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NECESSÁRIOS À GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO ESTADO DO MARANHÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Direção do Curso de Geografia do Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual do Maranhão como pré-requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:10/01/2023

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente

gov.br

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS

Data: 23/01/2023 21:19:29-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. MSc. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Orientador
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Departamento de Geografia (DEGEO)

Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Departamento de Geografia (DEGEO)

Prof. Dr. Antonio Carlos Reis de Freitas

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Departamento de Geografia (DEGEO)

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar ao meu lado em todos os momentos, sejam eles ruins ou bons.

À Universidade Estadual do Maranhão e ao corpo docente, direção e administração que me deram a oportunidade de cursar e aproveitar um Curso Superior, na confiança de um futuro próspero.

Ao meu orientador: Prof. Me. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias, pela grande ajuda no pouco tempo que lhe coube, por suas correções, orientações e incentivos.

À minha família, pelo apoio, e por nunca desistir de mim.

E a todos que participaram direta ou indiretamente desta caminhada rumo a minha formação.

RESUMO

A climatologia enquanto ciência se desdobra para estudar e entender de que forma os elementos e fatores do clima influenciam as atividades do homem no espaço. O presente estudo apresenta a insolação e a nebulosidade, através da normal climatológica de 1981-2010, como elementos climáticos necessários a serem analisados para a geração de energia solar no estado Maranhão, tendo base metodológica a pesquisa bibliográfica e o método quantitativo com os dados numéricos do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (Inmet). E para uma análise mais aprofundada sobre esses elementos, é fundamental também entender as escalas do clima e suas características e particularidades. Ao final, o trabalho busca entender melhor quais os gastos e consumos com a energia solar fotovoltaica e quais as diferenças entre o fornecimento da mesma e a energia disponibilizada para a população.

Palavras-chave: Climatologia Geográfica. Insolação e Nebulosidade. Maranhão (Estado).

ABSTRACT

Climatology as a science unfolds to study and understand how elements and climate factors influence human activities in space. This study presents insolation and cloudiness, through the climatological normal of 1981-2010, as necessary climatic elements to be analyzed for the generation of solar energy in the state of Maranhão, having a methodological basis in bibliographical research and the quantitative method with numerical data from the National Institute of Meteorology of Brazil (Inmet). And for a closer analysis of these elements, it is also essential to understand the climate scales and their characteristics and particularities. In the end, the work seeks to better understand the expenses and consumption with photovoltaic solar energy and the differences between its supply and the energy available to the population.

Keywords: Geographic Climatology. Insolation and Cloudiness. Maranhão (State).

LISTA DE SIGLAS

SSA - Sistema Superfície Atmosfera

INMET - Instituto Nacional De Meteorologia do Brasil

ABRACE - Associação dos Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres

IBGE Instituto - Brasileiro de Geografia e Estatística

PNAD - Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios Contínua

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....	20
FIGURA 2.....	21
FIGURA 3.....	22
FIGURA 4.....	26
FIGURA 5.....	28
FIGURA 6.....	30
FIGURA 7.....	32
FIGURA 8.....	33
FIGURA 9.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. A Climatologia Geográfica	14
2.2. Climatologia separativa e a climatologia sintética	15
2.3 As Escalas Geográficas do Clima.....	16
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1 Nebulosidade	22
4.2 Insolação.....	23
4.3 Consumo Energético.....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Dentre os componentes do meio físico, o clima passou nas últimas décadas a ser de extrema necessidade de compreensão analítica, haja vista que este deixaria de ser considerado como uma mera análise de médias estatísticas, apenas, mas a sucessão de ritmos atmosféricos (MONTEIRO, 1971), que podem ajudar significativamente no planejamento das atividades humanas (DIAS; COSTA, 2020). Assim, essa noção (a de ritmo) indica os estados atmosféricos a partir de uma análise de decomposição das estatísticas, observando padrões diários, semanais, mensais e anuais, com o propósito de evitar distorções analíticas ao se procurar entender os padrões meteorológicos e, por conseguinte, dos elementos formadores do clima (BARRY; CHORLEY, 2012).

Em outros termos, ao substituir os valores médios já trabalhados na configuração das normais climatológicas (correspondentes a 30 anos de levantamentos meteorológicos) pelos padrões habituais (eventos atmosféricos frequentes) e pelos padrões excepcionais (ligados a episódios anômalos das dinâmicas atmosféricas urbanas), seria mais fácil entender quais seriam os eventos que mais afetariam o cotidiano da vida urbana. Isso associado à compreensão dos fenômenos que modificam ou integram as características da formação dos elementos do clima a partir da circulação atmosférica (SANT'ANNA NETO, 2013a).

A partir da propagação dos postulados da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFY, 1973) no Brasil, tal orientação conceito-metodológica evoluiu para uma concepção integrada das análises das paisagens e espaços, em que pesem os urbanos, sob a perspectiva da Geografia Física (MONTEIRO, 2001). A partir daí ficou ainda mais patente a necessidade e a importância da análise e do entendimento do clima como componente analítico da Geografia contemporânea, pois este seria uma derivação dos problemas sistêmicos perturbados pelas ações cumulativas das sociedades humanas.

Ao apresentar as bases de uma Climatologia Geográfica contemporânea, Monteiro (2015) demonstra a necessidade de entender as relações ambientais a partir de uma ótica baseada no paradigma do ritmo, o que concorre para a compreensão de que, como a cidade “é considerada o lugar mais conspícuo da morada do homem” (MONTEIRO, 2003, p. 12). Assim, faz-se imprescindível que 5 sejam reconhecidos os

elementos, forças e dinâmicas atmosféricas que envolvem um território, que pode ser um país, um estado, uma região ou uma zona urbana.

Tratava-se, pois, de uma tarefa até então bastante difícil, pois se ousou tentar estudo epistemológica e pragmaticamente um território a partir de uma conduta de investigação que visse nele não mais um antagonismo entre o homem e a natureza, mas uma coparticipação de ambos os agentes no processo de formatação de uma dinâmica atmosférica absolutamente peculiar e, destarte, individualizada.

Portanto, a compreensão do comportamento climático do território apresenta-se como a tônica do presente Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia Bacharelado, já que ele envolve uma perspectiva analítica que congrega conhecimentos sobre o território e suas potencialidades, à luz da demanda por geração de energia elétrica de matriz sustentável aliada à forte tendência de cartografia dos elementos naturais presentes na Geografia contemporânea.

O presente estudo busca também entender o consumo médio do Maranhense com a energia elétrica no estado, fazendo assim uma comparação entre essa energia fotovoltaica que vai ser abordada no trabalho e a energia “comum” fornecida geralmente por empresas com parcerias público privadas, energia essa que é gerada através de hidrelétricas aqui no Brasil.

O presente trabalho tem por objetivo geral Realizar, através de técnicas de cartografia e de climatologia geográfica, processos de mapeamento dos elementos climáticos relacionados à insolação e à nebulosidade para o Estado do Maranhão para a normal climatológica 1981-2010, com vistas ao subsídio aos planejamentos de uso do território para a geração de energia elétrica.

Já por objetivos específicos, têm-se:

- Proceder à aquisição de dados de normais climatológicas de 1981-2010 das estações meteorológicas oficiais presentes no Maranhão e nos estados vizinhos para insolação e nebulosidade;
- Aplicar técnicas de geoprocessamento para a elaboração de cartografia temática de insolação e nebulosidade para todo o Maranhão equivalente à normal climatológica 1981-2010;
- Comparar os gastos entre a energia fornecida pela companhia de luz do estado (Equatorial) com a energia fotovoltaica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Entender-se-á, para fins deste estudo, que a radiação solar é a quantidade mensal (expressa em horas) em que dada superfície analisada esteja sujeita ao recebimento direto de radiação solar. As relações diretas entre os elementos formadores do tempo e do clima dependem diretamente da quantidade de energia solar recebida e armazenada em um “sistema aberto chamado Sistema Superfície-Atmosfera, cujas interações de seus componentes controlam os fluxos de matéria e energia que nele ocorrem” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 32).

No tocante a esse parâmetro, ele é aferido por estações meteorológicas presentes em superfície que, ao longo do dia, acaba por monitorar a quantidade direta de radiação solar incidente sobre aquele ponto. O contrário da radiação solar diretamente incidente, ou insolação, é a nebulosidade, a qual acaba por ser um impedimento parcial à geração de energia elétrica.

Assim, normalmente estabelecida em décimos (ou seja, em escala que varia de 1 a 10), a nebulosidade (total) representa a cobertura do céu por nuvens, 9 isso visto sob a perspectiva do observador em superfície, independentemente do tipo ou das características das nuvens (NERY; CARFRAN, 2013).

A sua formação está relacionada diretamente a dois fatores: umidade atmosférica e temperatura. A eles, aliam-se os núcleos de condensação de nuvens, que proporcionam a aglutinação do vapor de água em formas heterogêneas, que contribuem para o albedo regional (ou reflectância), que é a capacidade que objetos geográficos têm de proporcionar o retorno de radiação solar de volta ao espaço extraplanetário (LOCKWOOD, 1974)

A condensação do vapor d'água no interior de uma massa de ar inicia-se quando a massa atinge a saturação, processo, como já ressaltado, que pode ocorrer principalmente em virtude do resfriamento (redução da temperatura) ou da adição de vapor d'água. [...] A saturação de uma massa de ar pode ainda ser atingida pela adição de vapor de água, causando a elevação do seu teor e até sua capacidade máxima de retenção, na temperatura em que a massa de ar se encontra (TORRES; MACHADO, 2012, p. 50).

Dessa maneira, como a nebulosidade é um elemento regional (ou mesmo macrorregional), tendo em vista sua ligação genética com fatores macroescalares de formação de condições de tempo e clima. E este elemento, em tese, não está ligado

às perturbações induzidas pelo local di per si em que está presente a estação meteorológica de aferição de dados.

Verdadeiramente, as relações no SSA presentes nos sistemas de composição presentes nos pontos de monitoramento das dinâmicas atmosféricas auxiliam a compreender melhor as dinâmicas de nebulosidade, pois esta se relaciona diretamente com o deslocamento atmosférico induzido por massas de ar, conforme citação retromencionada.

Contudo, a presença ou ausência de nuvens pode indicar diminuição ou aumento da sensação térmica local (o que não foi foco deste estudo). A relação nebulosidade X insolação, na forma de balanço de radiação medido em horas, leva ao cenário de predisposição de uso desse potencial territorial para a geração de energia fotovoltaica em unidades regionais.

2.1. A Climatologia Geográfica

A natureza sempre foi objeto de análise humana, a todo momento envolvida em muito misticismo e religiosidade, principalmente no período pré-histórico, quando a natureza era posta como um evento sobrenatural, que iria além da compreensão humana. Por isso, segundo o professor Gomes Junior (2021), os eventos climáticos, chamados de “sobrenaturais” naquela época eram atribuídos principalmente a figuras místicas e divinas.

A ruptura do pensamento místico para o racional se deu em razão da busca pela dinâmica econômica do comércio no século VI a.C. na Grécia Antiga. Sendo Tales de Mileto o grande expoente desse pensamento filosófico que buscava explicar de forma científica os fenômenos que ocorrem na natureza, descreve Moraes (1999). Foi somente no século XVIII que a Geografia começou a observar e a descrever a natureza e a partir disso tela como objeto de estudo através de Ritter, Hegel e Humboldt.

O debate sobre a natureza foi se modificando ao longo do tempo, começando por Humboldt com estudos climáticos feitos na Prússia, hoje em dia Alemanha, na segunda metade do século XVIII, ele através dos seus estudos climáticos mapeou correntes marítimas, mediu e monitorou pluviosidades, temperaturas do ar e água, elaborou também teorias a respeito das relações entre temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica (SPRINGER, 2009).

A partir do século XX, através dos avanços das tecnologias que eram aplicadas para a mensuração dos fenômenos naturais, a paisagem passa a ser entendida com um recorte da natureza, que pode ser alterada através da ação humana. Entre esses fenômenos está o clima urbano, um dos que mais sofre alterações por meio de força antrópica. Mais tardiamente, a partir da década de 1970, passa-se a debater o homem como principal modificador da paisagem, através das conferências internacionais como: Estocolmo (1972), a ECO 92, Rio-92, Kyoto (1997).

Assim, acredita-se que atuação dos diferentes elementos e fatores climáticos, enquanto variáveis quali-quantitativas podem interferir na condição de vida de um povo, apresentando reflexos em âmbitos econômicos, sociais, culturais, ambientais, entre outros (GOMES JUNIOR, 2021).

2.2. Climatologia separativa e a climatologia sintética

Segundo a professora Dra. Juliana Barros e o professor Dr. João Zavattini (2009), a climatologia separativa se apoia no conceito que Hann concedeu ao clima baseada na climatologia tradicional. Nesse método analítico-separatista, como Monteiro (1962) chamava, os elementos do clima como: temperatura, pressão atmosférica, umidade, precipitações, vento, insolação, nebulosidade, entre outros, são considerados de forma isoladas, baseados em observações meteorológicas, calculando-se as médias para a elaboração de cartas e gráficos.

Este método não serve para analisar a causa dos fenômenos climáticos, por ser estático e não oferecer dinamismo aos fenômenos, devido a separação dos elementos climáticos e também por transforma-los em médias aritméticas, distorcendo assim a realidade da causa desses fenômenos.

A climatologia sintética (dinâmica), analisa a variações dos elementos do clima, através dos mesmos dados concretos da climatologia separativa, de maneira que tenta alcançar as sequências rítmicas que vão explicar as variações obtidas.

A Climatologia Sintética está diretamente ligada à Meteorologia Dinâmica, que analisa o complexo atmosférico em porções individualizadas, isto é, as massas de ar atuantes, preocupando-se, ainda, com os seus conflitos, ou seja, com os mecanismos frontológicos que elas próprias engendram (MONTEIRO, 1962).

Apesar de que, conclusivamente a climatologia Geográfica seja melhor entendida de maneira dinâmica e que seu paradigma seja o ritmo, os professores

Zavattini e Barros (2009) lembram que, ela não exclui a Climatologia tradicional. A climatologia tradicional demanda longos períodos de observação dos fenômenos meteorológicos de maneira quantitativa, e de forma dinâmico qualitativo tratam as amostras cronológicas do tempo atmosférico que realmente mostram uma melhor visualização da realidade climática: episódios, períodos, “anos-padrão”.

No que se refere à perspectiva espacial, ainda que as médias de longas séries temporais se afastem da realidade, a maior ou menor eficiência dos estudos climáticos executados à luz da metodologia tradicional irá depender, fundamentalmente, da densidade da rede de observações meteorológicas. Somente uma distribuição espacial homogênea de postos e estações possibilitará resultados confiáveis (MONTEIRO, 1969).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo apresentar a insolação e a nebulosidade como variáveis importantes de se entender na climatologia, suas atuações no estado do Maranhão em uma normal climatológica de 30 anos, tendo como suporte metodológico a pesquisa bibliográfica e o método quantitativo os dados numéricos do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (Inmet).

Para um entendimento mais aferido sobre esses elementos, é imprescindível que sejam aferidos os elementos forças e dinâmicas atmosféricas que podem envolver o território de estudo, por isso, é necessário também analisar as unidades climáticas como: os macroclimas; clima zonal; clima regional; mesoclima e topoclima. Os dados numéricos serão analisados de forma qualitativa, estabelecendo relações com as estações anuais e determinando de que modo isso é influente em um potencial fornecimento de energia solar. Desse modo, buscando também entender eventos que mais afetam a vida cotidiana e urbana.

2.3 As Escalas Geográficas do Clima

O Macroclima envolve fatores que operam em escala geográfica e que também podem ser vistos como permanentes, entre eles estão a altitude, relevo, oceanidade, continentalidade, latitude, longitude, etc. Algumas variáveis também podem ser incluídas como as massas de ar, composições atmosféricas, correntes oceânicas.

Nível macroclimático: Interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e os seus movimentos de rotação e translação. A macroclimatologia está “relacionada com os aspectos dos climas de amplas áreas da Terra e com os movimentos atmosféricos em larga escala” (AYOADE, 1988).

Já o clima zonal corresponde a uma determinada zona da Terra pode apresentar uma extensão horizontal entre mil e cinco mil quilômetros sendo que em sua vertical abarca toda a atmosfera do planeta. Nesta escala, a permanência de um estado climático tem duração de semanas ou até seis meses, podendo ser alguma instabilidade num deserto seco ou a oscilação entre o verão e invernos polares. A obtenção de registros do clima zonal deve ser feita através das normais climatológicas.

A representação cartográfica deve contemplar o tratamento dos registros mencionados, em nível de atlas planisféricos, através de cartas de ventos em diferentes cortes isobáricos, cartas de campos de pressão à superfície e cartogramas representativos dos parâmetros hídricos e energéticos, sempre no sentido da compreensão da circulação geral da atmosfera e fenômenos correlatos (RIBEIRO, 1993).

O clima regional é estimulado por um conjunto de fatores da superfície, como a distribuição entre as áreas continentais e oceânicas, forma dos continentes, correntes marítimas, rugosidade dos continentes, continentalidade e maritimidade.

Os climas regionais podem ser compreendidos em extensão horizontal entre 150 e 2500 quilômetros e verticalmente estão limitados à Tropopausa, e também pela busca do ritmo da variação que acontece durante ano e durante o mês dos sistemas atmosféricos que possuem a característica da circulação intermediária entre a circulação primária e secundária. Deve-se observar também o efeito do impacto do clima regional nas paisagens naturais.

A identidade do clima regional confunde-se com suas próprias repercussões na cobertura vegetal natural dos continentes, relação que tem inspirado a proposição de muitas classificações climáticas nesta escala. É comum a referência ao clima do cerrado, ao clima da caatinga ou ao clima da floresta amazônica, menção ao efeito em relação à sua causa; ou seja, variações regionais do mesmo clima zonal tropical, no território brasileiro (RIBEIRO, 1993).

O Professor Doutor Antonio Giacomini (1993) diz que o mesoclima ou clima local, sofre com grandes variações devido às ações de algumas feições fisiográficas (resultado da integração da dinâmica interna com a dinâmica externa) que podem interferir no relativo fluxo energético ou no transporte de massa da circulação regional.

[...] em mesoclimatologia a configuração do terreno, o tipo de solo e sua cobertura vegetal são considerados como feições da localidade, sujeitos apenas a pequenas mudanças no tempo, determinando o clima que predomina em determinado lugar, da ordem de centenas de quilômetros

quadrados, e pode ser chamado de clima local (OLIVER; FAIRBRIDGE, 1987).

Há outra ação que também interfere nos climas locais, a chamada ação antrópica. A sociedade tem a capacidade de alterar a cobertura do solo, podendo substituir, por exemplo, a vegetação natural por serviços relacionados a agricultura e também por edificações e construções urbanas. Além da já conhecida interferência na composição atmosférica com introdução de gases que intervêm direto no balanço de radiação e na retenção de umidade na atmosfera. Por isso que, nas cidades é onde se localiza uma maior deterioração da qualidade do ar e do clima.

A extensão horizontal do mesoclima é muito variável devido os fatores fisiográficos e antrópico não possuírem um tamanho padrão que seja pré-determinado. Porém, a maioria dos estudiosos consideram entre 15 e 150 quilômetros diria Atkinson, que foi citado por Smith em 1975, sendo uma escala apropriada, apesar de que esse conceito tenha sido expandido para cobrir um espaço entre 1,5 e 800 quilômetros horizontalmente. Já o limite vertical é restringido à cama limite do planeta, entre 1200 e 2000 metros de altura.

A permanência dos estados atmosféricos na escala do clima local pode perdurar entre 12 horas e uma semana, pois apesar da influência dos fatores fisiográficos e antrópicos na construção do mesoclima, quem comanda sua gênese, é a sucessão habitual de sistemas e subsistemas atmosféricos, configurados pela variação diária dos elementos climáticos, o que resulta na definição dos tipos de tempo que, por sua vez, possuem duração mínima de 12 horas (RIBEIRO, 1993).

Quanto ao Topoclima, este pode ser considerada uma derivação do clima local, que pela rugosidade do terreno, tem como efeito a energização diferenciada desse terreno durante o dia, devido a exposição à radiação solar.

[...] as diferenças de exposição introduzem grandes contrastes entre as vertentes numa mesma latitude e altitude: nos Alpes Franceses, por exemplo, é clássica a oposição dos adrets, vertentes ensolaradas voltadas para o sul, e os ubacs, expostas para o norte. No Centro Sul do Brasil são conhecidas as vertentes noruegas, voltadas para o sul e as soalheiras, voltadas para o norte; estas muito mais valorizadas, tanto para as edificações como para a agricultura. Na região da Serra Gaúcha (Estado do Rio Grande do Sul) os vitivinicultores chegam a valorizar as soalheiras em até 100% em relação às vertentes noruegas, em função da quantidade de energia disponível para o desenvolvimento dos parreirais e maturação das uvas (RIBEIRO, 1990).

Já durante a noite, a rugosidade do terreno provoca uma drenagem do ar frio que vai em direção aos fundos de vale, principalmente na ausência de fluxos advectivos da circulação de mesoescala, chegando a provocar um padrão de circulação terciária. Durante o inverno, sob condições de estabilidade anticiclônica, no Centro-Sul do Brasil, a ocorrência de geadas e nevoeiros em função da drenagem e acúmulo de ar frio constituem fenômenos de natureza topoclimática, diz o professor Antonio Giacomini Ribeiro.

O microclima tem como característica principal o nível escalar mais próximo dos indivíduos. Pode ser definido como uma troca gasosa e energética entre as feições como: objetos, plantas, animais que ficam sobre a superfície terrestre. Porém deve-se tomar muito cuidado em relação aos limites, pois como afirma Monteiro (1976) “indiscutivelmente, o termo sobre o qual recai a maior variedade e imprecisão de usos é aquele de microclima”.

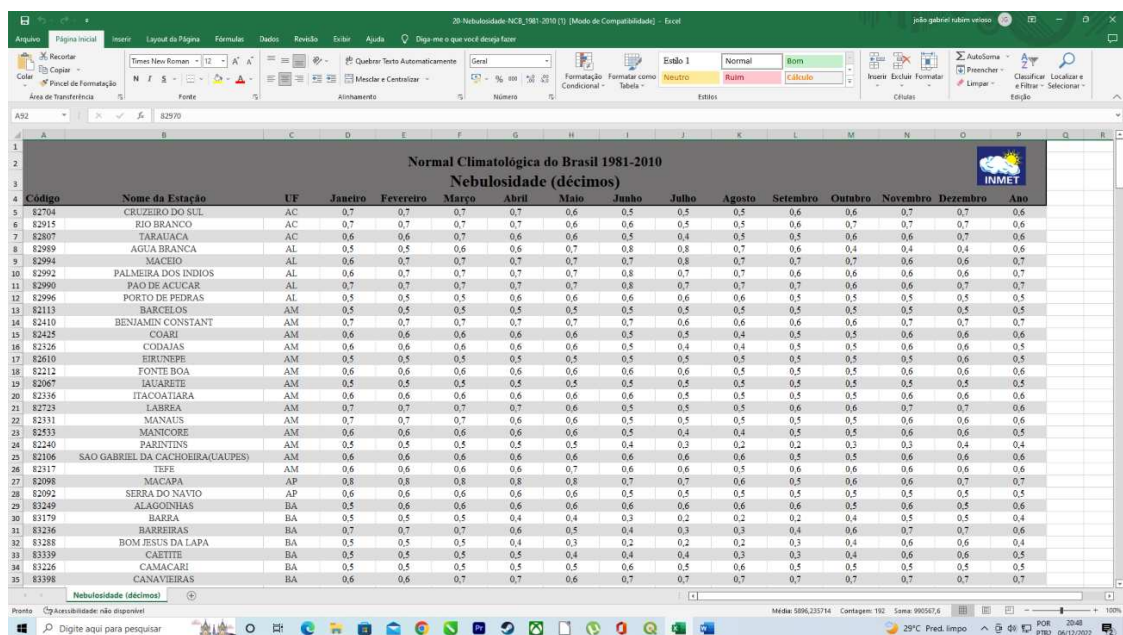
Pedelaborde (1959) define o microclima como “resultante de condições muito particulares da circulação junto ao solo, no interior de uma formação vegetal ou de um grupamento urbano”. Para Atkinson (1987), “nesta escala os processos significativos são a transferência vertical de calor, momentum e umidade. O primeiro por radiação e todos os três por turbulência”.

Várias são as definições da extensão horizontal dos microclimas. Barry (Op. cit.) indica 100 metros, enquanto Yoshino (apud OLIVER; FAIRBRIDGE, 1987) adota valores entre 0,1 a 1000 metros e Geiger (1966) aponta que a extensão horizontal da circulação microclimática pode atingir até 10 quilômetros. Ou seja, de acordo com Prof. Dr. Antonio Giacomini Ribeiro, o melhor é levar em consideração e pesquisa apenas o balanço de energia referida da superfície sem levar em conta a sua distância.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dentre os procedimentos aplicados, a tabela com a normal climatológica de 1981-2010, retirada no site do INMET, contendo dados de Nebulosidade e Insolação, foi a principal base para esta pesquisa. A Climatologia Geográfica (ZAVATINI, BOIN, 2013; MONTEIRO, 2015; DIAS; COSTA, 2020) apresenta-se como o principal elemento metodológico catalizador da análise proposta.

Ao analisar as condições evolutivas da dinâmica atmosférica através de dados presentes em estações meteorológicas distribuídas ao longo do território maranhense e de estados vizinhos, será possível estabelecer um conjunto de dados e informações territoriais precisos. Também foi incluso uma tabela com as coordenadas geográficas que continham a latitude e a longitude dos municípios maranhenses.



The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "Normal Climatológica do Brasil 1981-2010" with a subtitle "Nebulosidade (décimos)". The table lists 35 meteorological stations across various states (UF) and provides monthly nebulosity data (in tenths) from January to December. The stations listed include Cruzzeiro do Sul, Rio Branco, Taraiaca, Agua Branca, Macieo, Palmeira dos Índios, Paó de Açúcar, Porto de Pedras, Barcelos, Benjamin Constant, Coari, Codajás, Erunepé, Ponte Boa, Jacarete, Itacoatiara, Labrea, Manaus, Maricóre, Parintins, São Gabriel da Cachoeira (CAUPES), Tefe, Macapá, Serra do Navio, Alagoinhas, Barra, Barreiras, Bom Jesus da Lapa, Caetite, Camacari, and Canavieiras. The data values are generally between 0.2 and 0.8.

Código	Nome da Estação	UF	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez	Ano
5	82704	AC	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
6	82915	AC	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
7	82897	AC	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6
8	82989	AL	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6
9	82994	AL	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7
10	82992	AL	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
11	82990	AL	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
12	82996	AL	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
13	82113	AM	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
14	82410	AM	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
15	82425	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
16	82326	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
17	82610	AM	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5
18	82212	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
19	82067	AM	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
20	82336	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
21	82723	AM	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6
22	82131	AM	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
23	82533	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
24	82240	AM	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
25	82106	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
26	82317	AM	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
27	82098	AP	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
28	82092	AP	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
29	83249	BA	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
30	83179	BA	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4
31	83236	BA	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6
32	83288	BA	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4
33	83339	BA	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6	0,5
34	83226	BA	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
35	83398	BA	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Figura 1 – Tabela normal climatológica

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

O exemplo dos dados expostos acima foi utilizado para a aplicação de gráficos comparativos entre as estações e também para construção de mapas mostrando a insolação e a nebulosidade no estado. Para a realização dos gráficos comparativos foi utilizado o programa Excel. Já para a criação dos mapas foi utilizado o programa QGIS.

Depois de obtidos, os dados do Excel foram levados para o Qgis e transformados em uma camada de pontos, alcançando assim uma interpolação entre

os pontos, obtendo uma camada com valor que cobre todo o estado do Maranhão. Para criação dos mapas foi utilizado um mapa do Brasil, retirado no site do IBGE, que possui as delimitações de todos estados brasileiros.

Depois de criados, os mapas foram recortados e limitados a região maranhense. Para cada elemento climático foi utilizado uma variante de cor diferente, para a nebulosidade foram utilizados mapas com variações dos tons de azul, já para a insolação a utilização de tons de vermelho. Nos dois fenômenos foram empregues nove classes diferentes. Exemplo abaixo, de um mapa feito no Qgis.

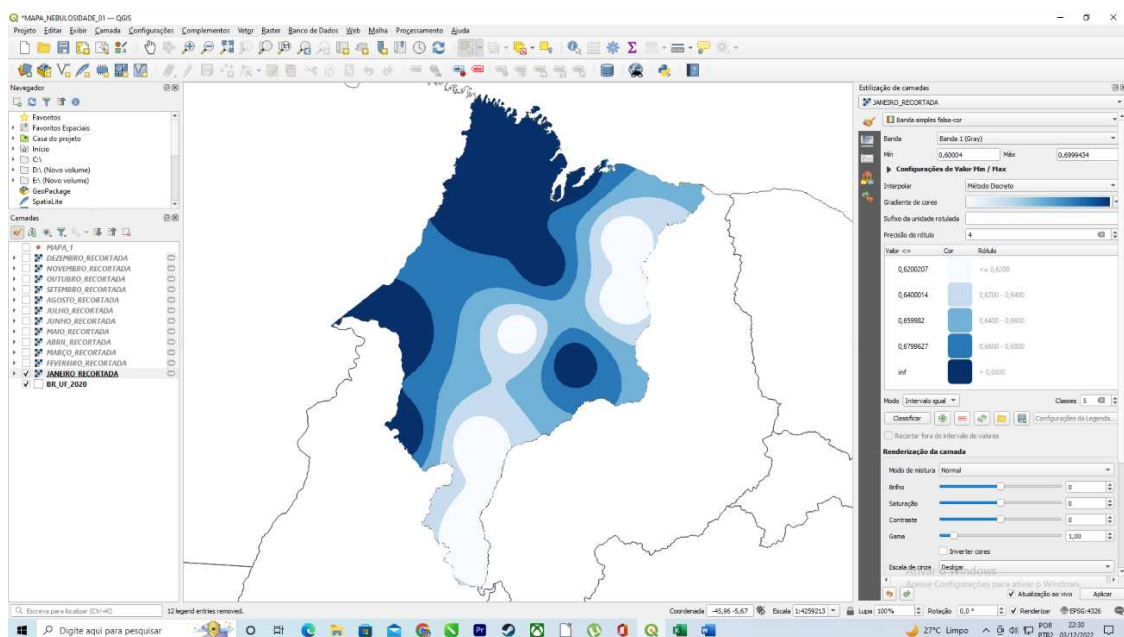


Figura 2 – Demonstração do desenvolvimento de mapa no Qgis

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Nebulosidade

A nebulosidade pode ser observada e estimada visualmente, relacionando-se a porção do céu que é acobertada por nuvens tem como referencial uma localização específica, podendo ser dividido em octas e décimas dependendo da região. Durante a noite, a nebulosidade pode ser vista através dos espaços não cobertos por nuvens, levando-se em conta as estrelas visíveis.

Denomina-se nebulosidade à fração da abóboda celeste (forma como o céu aparentemente se arqueia sobre a cabeça do observador) que, em dado momento, encontra-se encoberta por nuvens. É indicada em oitavos ou décimos de céu encoberto, devendo-se esclarecer qual das duas escalas está sendo usada, neste caso em particular usa-se em décimos. Nebulosidade de 5/10 (cinco décimos) ou 0,5 corresponde à metade da abóboda celeste encoberta. O valor zero indica que nenhuma nuvem foi detecta no momento da observação e 1 (10/10) representa a totalidade da abóboda encoberta (VAREJÃO, 2006).

A nebulosidade pode ser dividida em:

- Céu nublado: tendo as oito octas do céu estão totalmente encobertos por nuvens
- Céu ensolarado: sem nenhuma nuvem aparente;
- Céu quase limpo: pelo menos uma octa encoberta;
- Céus pouco nublado: pelo menos duas octas encobertas;
- Céu parcialmente nublado: metade do céu ou quatro octas encobertas;
- Céu quase nublado: no mínimo seis octas encobertas.

Nebulosidade

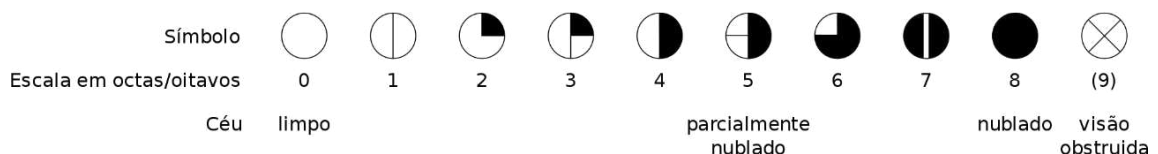


Figura 3 – Por Regeirk - Obra do próprio, CC BY-SA 4.0

Fonte: Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44805022>

4.2 Insolação

A insolação pode ser medida com uma semiesfera de quartzo exposta ao sol sobre um papel fotossensível. Na meteorologia, observa-se como insolação as horas em que a luz do sol deve chegar até superfície da Terra. A insolação é um dos fatores que determinam a dinâmica do homem com o espaço que, segundo (VAREJÃO, 2006), diz respeito ao número de horas num fotoperíodo, sem interferência de nuvens, em que o disco solar fica visível para o observador que está na superfície terrestre.

Levando em conta quantidade de energia solar que a terra absorve, a distribuição da insolação nas várias partes da terra vai depender da área sobre a qual os raios solares devem atingir a superfície da Terra. Quando sol atinge a altura de 90° , no zênite, ou seja, quando está a pino, a área em que a energia distribui é mínima e a insolação se atinge seu ponto máximo.

A duração do dia ou da incidência dos raios solares, chamado de fotoperíodo, é definido entre o nascer e o pôr do Sol, no local e data referente. Para Varejão (2006), o fotoperíodo não se define com o período total de iluminação, que inclui os crepúsculos matutino e vespertino, quando local passar a receber uma luz solar indireta (disco solar não sendo nem parcialmente visível). O crepúsculo matutino se inicia e o crepúsculo vespertino acaba quando o centro do disco solar se encontra a 6° abaixo do plano do horizonte local (18° para os respectivos crepúsculos astronômicos).

Por causa da rotação da Terra, a luz solar ilumina metade da superfície deste planeta a cada instante, originando a alternância dos dias e noites. Como o eixo terrestre é inclinado, acontece que a porção iluminada de cada paralelo varia com a época do ano. Somente por ocasião dos equinócios é que a metade de cada paralelo está iluminada. Portanto, a duração dos dias (e, evidentemente, também a das noites) varia ao longo do ano, exceto no equador, onde duram sempre cerca de 12 horas cada (VAREJÃO, 2006).

As estações do ano são definidas e iniciadas devido aos solstícios e equinócios que acontecem em cada hemisfério da Terra. Em decorrência do eixo de inclinação do planeta Terra, cada hemisfério tem uma variação de iluminação do sol ao decorrer do ano. Por isso, o hemisfério Sul acaba recebendo mais luz solar entre 23 de setembro e 21 de março, coincidindo com o solstício de dezembro (início do Verão). Já em 21 de março a 23 de setembro, dispomos do hemisfério recebendo

menos energia solar, com isso, ocorrendo o solstício de junho (início do inverno). Com o hemisfério norte acontecendo exatamente o oposto em relação ao hemisfério sul.

Essas mudanças ocasionam diferenças nas médias de temperatura da superfície tanto nas zonas mais próximas a linha do equador quanto nas mais afastadas. Alterações que também influenciam na umidade do ar, nas chuvas, nos ventos. Porém na zona equatorial, essas mudanças são bem menos acentuadas, não tendo as estações bem definidas, notando-se apenas pequenas quedas na temperatura do ar.

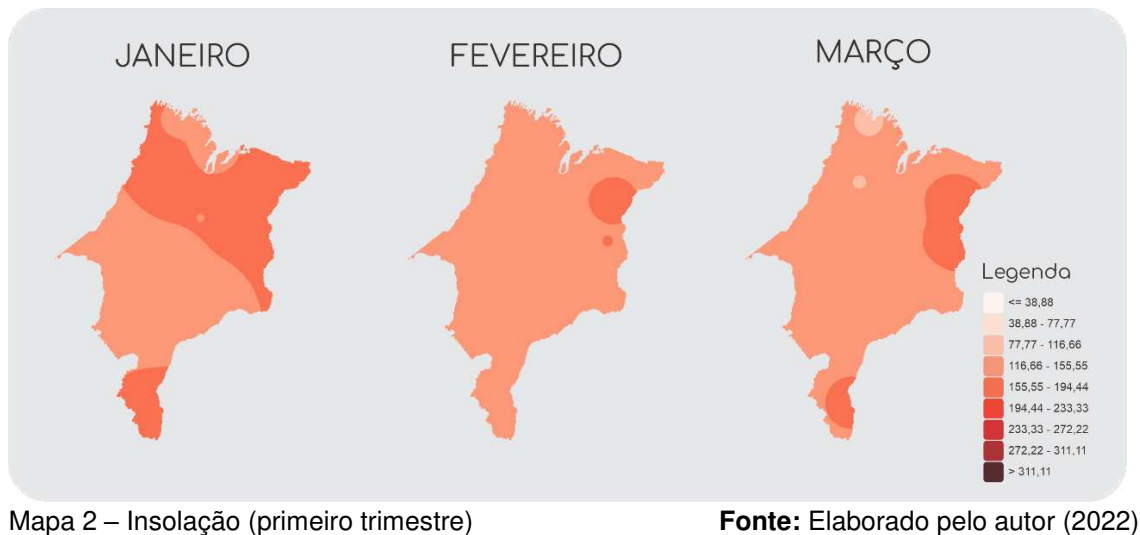
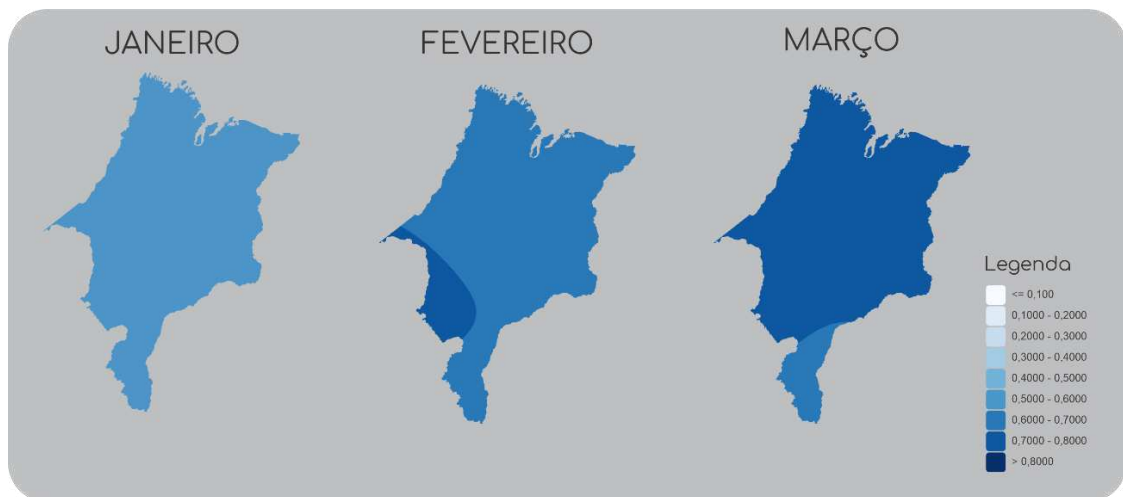
No entanto, nas outras zonas da Terra, costuma-se observar uma diferença maior no comportamento da atmosfera, ou seja, estações relativamente mais bem definidas, com acentuação ainda maior em localizações mais próximas aos polos do Planeta. Tendo a vegetação como sofrendo grande influência nesse processo.

Sabe-se, por exemplo, que muitas das árvores que vegetam nas latitudes médias perdem suas folhas durante o outono, deixando um tapete colorido nas calças. Por outro lado, após um inverno rigoroso, que em geral atravessam em hibernação (mínima atividade biológica), as plantas daquelas regiões iniciam uma intensa atividade vegetativa com a chegada da primavera, que é a estação das flores. Assim, os frutos vão crescer durante o verão, quando ocorrem as maiores temperaturas e a máxima atividade fotossintética. Comportamentos semelhantes são claramente notados em muitas plantas que vegetam nos estados do Sul do Brasil (VAREJÃO, 2006).

No Nordeste, entende-se como “inverno” uma época com bastante chuva e “verão” a época com de seca de chuvas. Possuindo estações bem definidas, com o inverno seco e o verão chuvoso, esse fator é característico no estado do Maranhão observado sua posição em relação à linha do equador. Nesse âmbito essa respectiva variável é decisiva nas atividades de uso e ocupação do espaço no estado, o caracterizando com um grande potencial de energia solar visto a extensão de tempo em que a insolação é predominante.

O Maranhão encontra-se em uma posição privilegiada em relação ao nível de insolação máximo que pode receber, pois está posicionado bem próximo a linha do equador. Os raios solares têm uma incidência maior se posicionando perpendicularmente a ela em certa época do ano, o que desencadeia o início da primavera em um hemisfério e o início do outono no outro. O nível de insolação, também está ligado a nebulosidade, afinal, são fenômenos diametralmente opostos que se complementam.

O nível de insolação e nebulosidade se mede através da cobertura, ou não, de nuvens na região proposta. Os gráficos ilustrarão de forma quantitativa como a relação nebulosidade – insolação se complementa, mostrando as médias da normal climatológica de 1981 – 2010, avaliada mensalmente e trimestralmente.



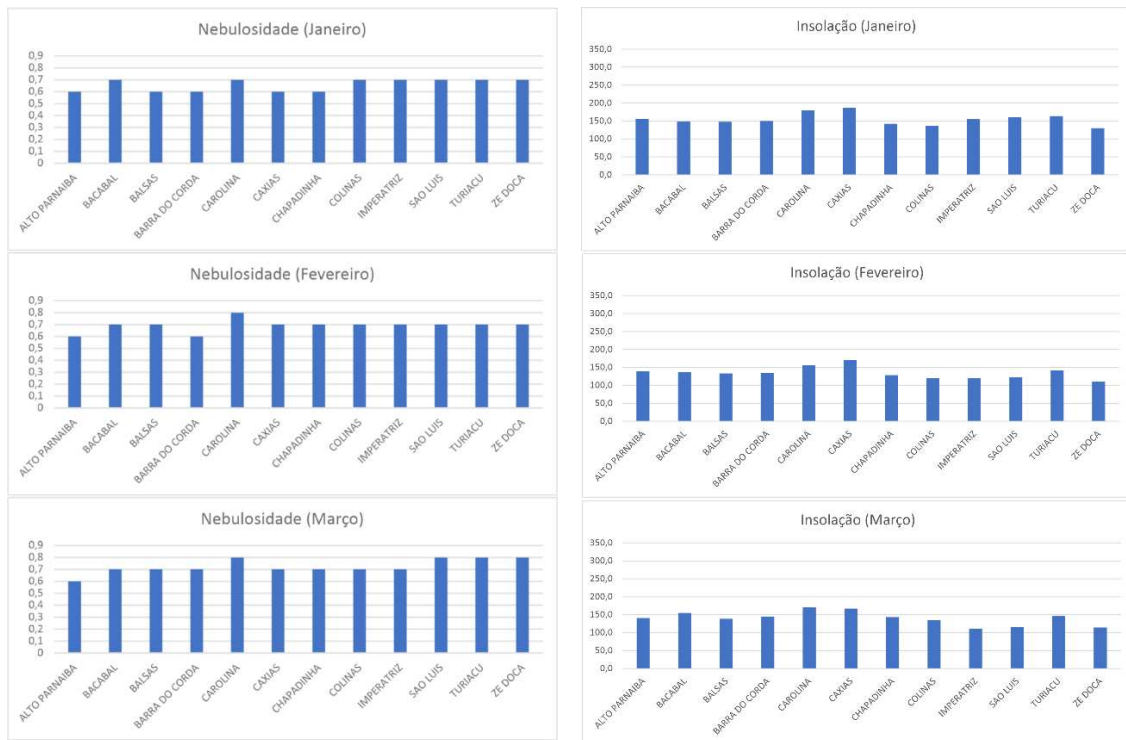
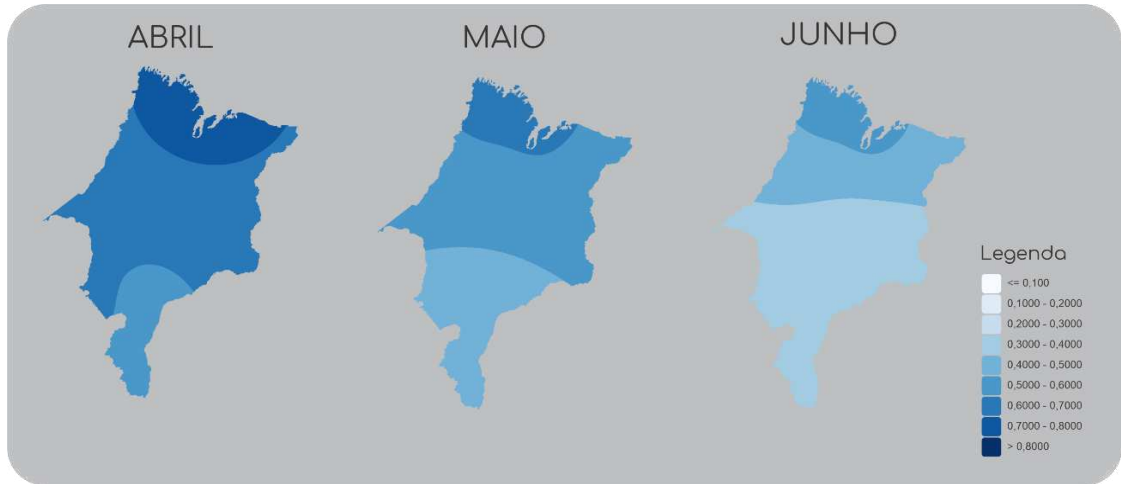


Figura 4 – Gráficos de insolação e nebulosidade (primeiro trimestre)

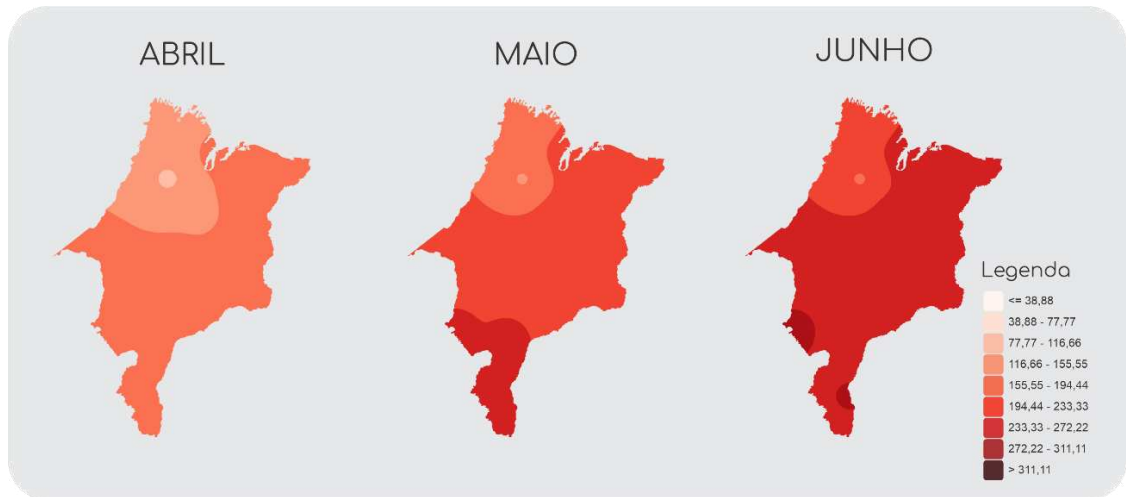
Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Como indicado nos gráficos, a nebulosidade é medida através de casas decimais e a insolação é registrada em horas. Os mapas mostram as médias de cada mês da normal climatológica, separados nesta pesquisa por trimestres. O Maranhão possui uma alta taxa nebulosidade durante esses três meses, coincidindo também com índices elevados de pluviosidade registrados no estado nesse mesmo trimestre. A média decimal também coincide com um baixo nível de insolação registrado nesse período em relação aos outros meses do ano. Importante salientar que nenhuma estação meteorológica registrou nebulosidade abaixo de 0,6 nos meses desse trimestre, sendo 0,6 o menor índice e 0,8 o maior.



Mapa 3 – Nebulosidade (segundo trimestre)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



Mapa 4 – Insolação (segundo trimestre)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

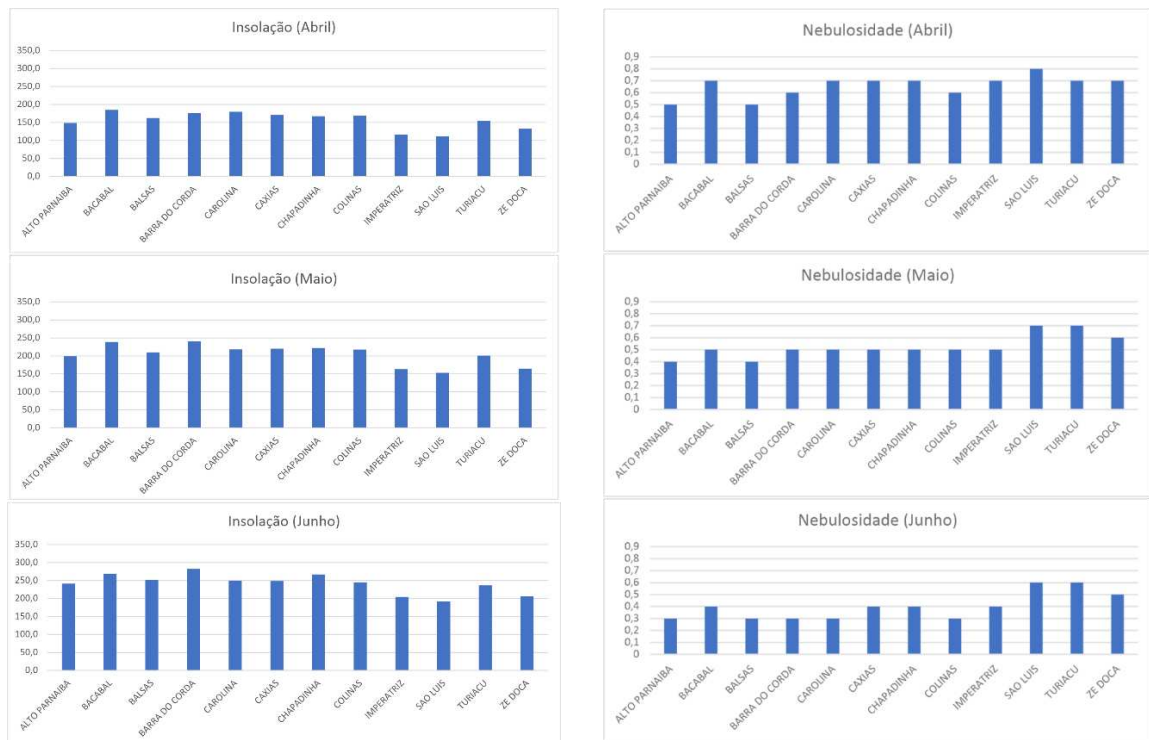
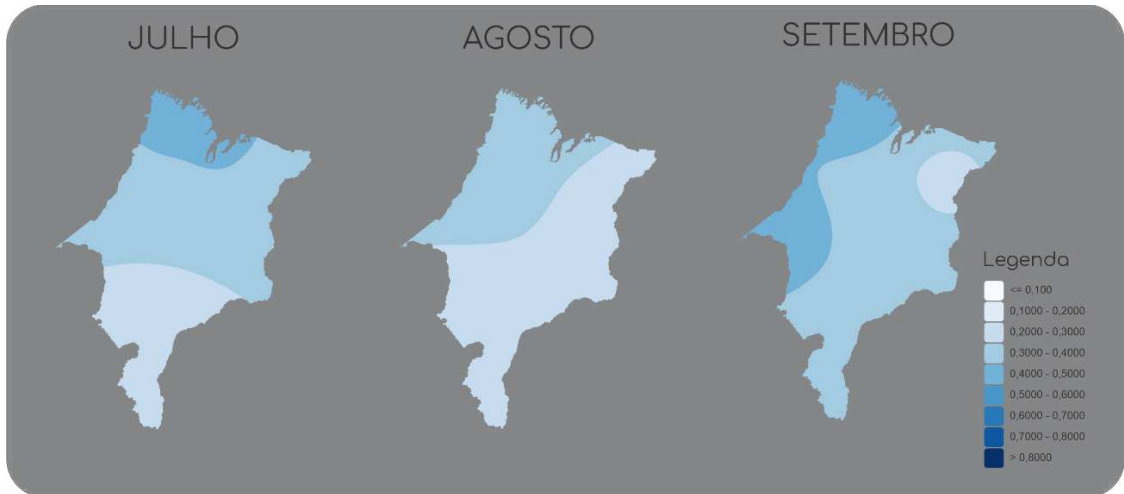


Figura 5 – Gráficos de insolação e nebulosidade (segundo trimestre)

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

No segundo trimestre, pode-se perceber que no mês de abril ainda há um alta taxa no nível de nebulosidade, sendo que abril é o mês que costumeiramente registra mais chuvas no estado, nos dois meses posteriores há uma inversão em relação aos meses passados, com as médias de insolação variando para cima e as taxas de nebulosidade em queda constante. Resultando assim em um clima consequentemente mais ensolarado como indicado nos níveis observados.

Alguns dos municípios do sul do Maranhão como: Balsas, Carolina, Barra do Corda etc., registram níveis pluviosidade mais escassos, contrastando com a região norte que registra ainda níveis elevados de chuva e com nível médio de irradiação comparado aos meses seguintes.



Mapa 5 – Nebulosidade (terceiro trimestre)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



Mapa 6 – Insolação (terceiro trimestre)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

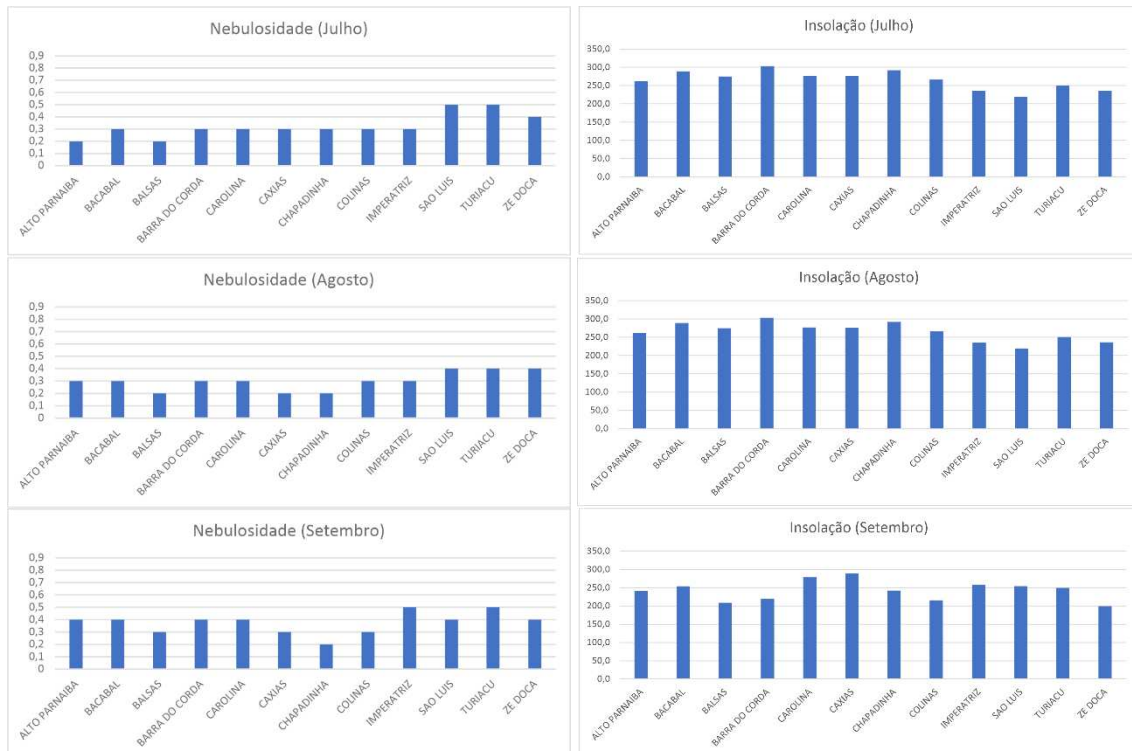
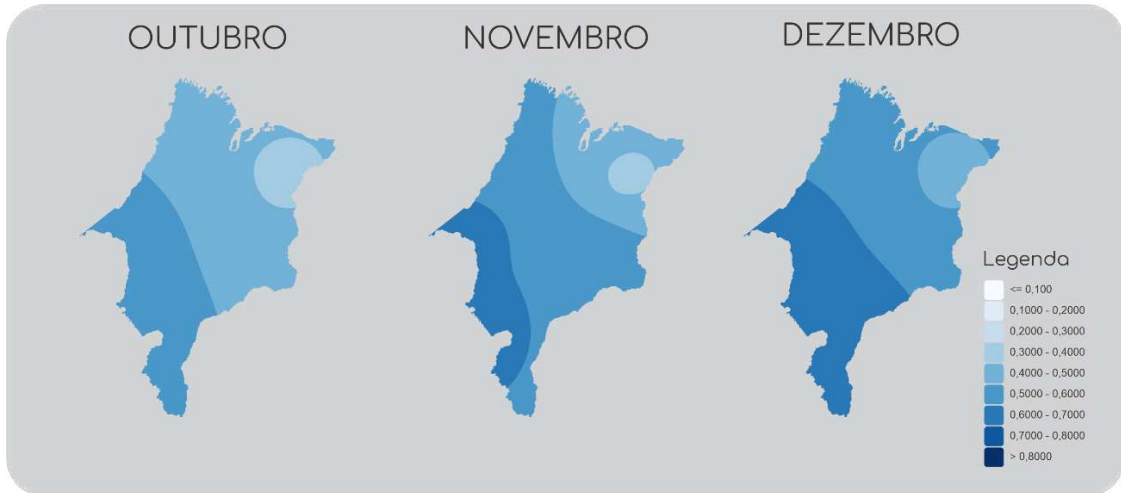


Figura 6 – Gráficos de insolação e nebulosidade (terceiro trimestre)

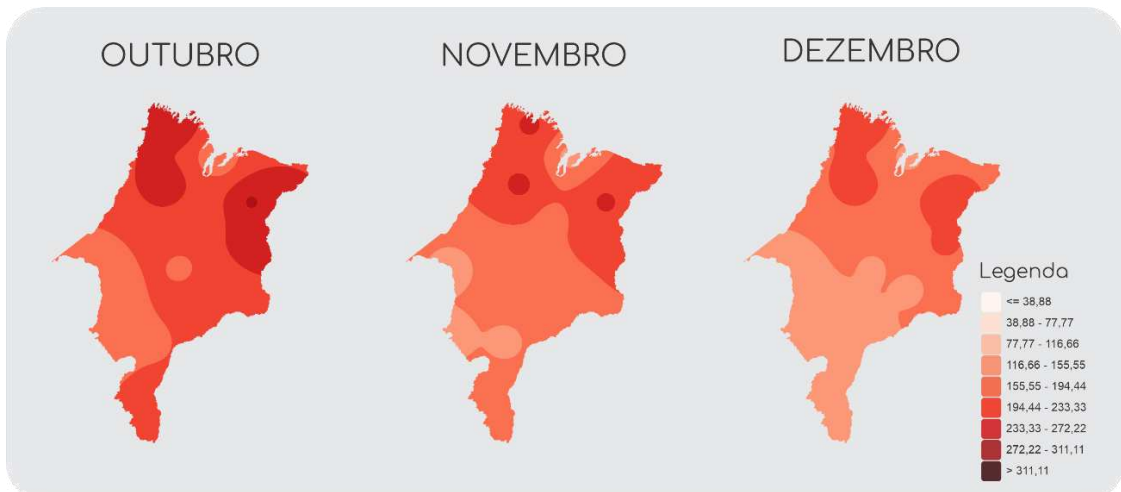
Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Nesses meses de julho, agosto e setembro são registradas as maiores taxas de irradiação solar no ano, conseqüentemente as menores médias de nebulosidade. As altas taxas insolação são observadas principalmente na parte sul, sudeste e leste do mapa. Nesse trimestre não são registrados grandes índices de chuvas variando entre 0 a 20 milímetros em média no Maranhão. São mapas, nebulosidade e insolação, que quase se complementam nesses três meses.



Mapa 7 – Nebulosidade (quarto trimestre)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



Mapa 8 – Insolação (quarto trimestre)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

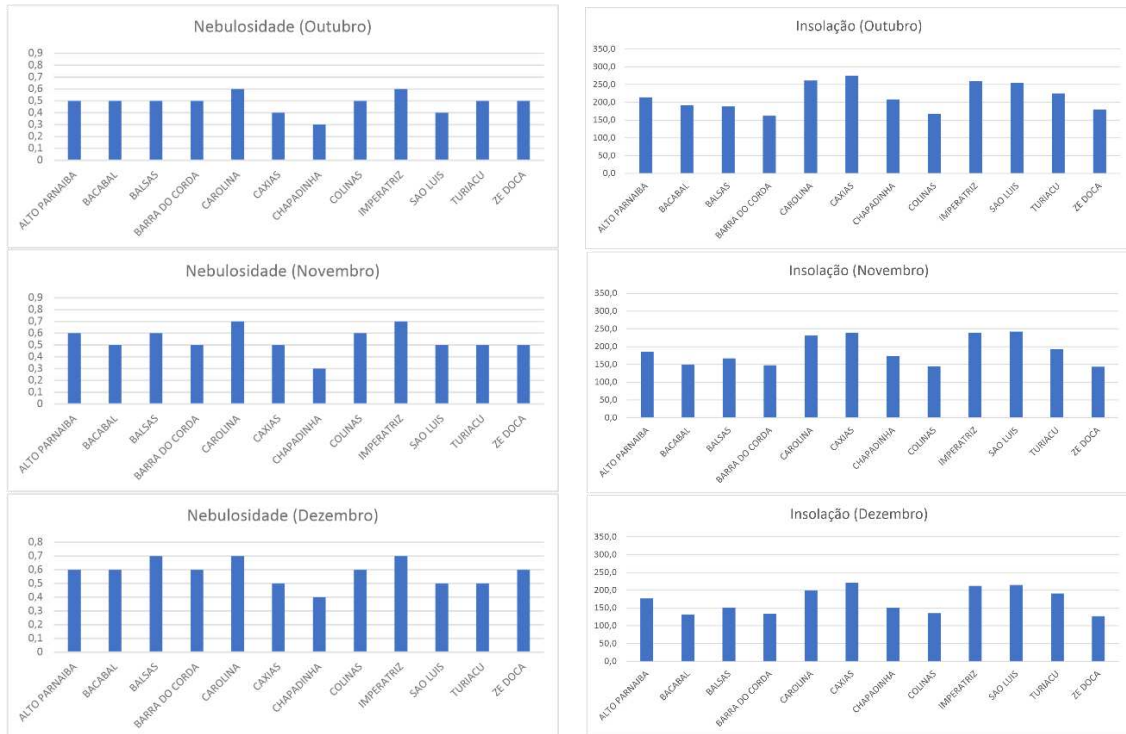


Figura 7 – Gráficos de insolação e nebulosidade (quarto trimestre)

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Nesses mapas dos meses outubro, novembro e dezembro, os níveis de radiação são maiores na parte norte e nordeste do estado. Com índices que vão entre 200 a 280 watt/m². Considerando os mapas de nebulosidade nesse período do ano, entende-se que a maior quantidade é presente na região sul do Maranhão. São meses, outubro e novembro, de passagem entre o clima seco ensolarado para o mês de dezembro que passa a registrar mais chuvas durante o decorrer do mês.

4.3 Consumo Energético

De acordo com a ABRACE, O Brasil apresenta uma das contas de luz mais caras do mundo. Chegando a comprometer até 34,2% do orçamento mensal do Brasileiro, levando em conta o consumo de 200 kW por mês e a renda per capita da família em média. Segundo dados do IBGE a renda mensal do brasileiro é em média R\$ 1.353, ou seja, significa que cada brasileiro deve gastar até R\$ 462,72 em uma conta de energia.

Levando em consideração o grande potencial para a produção de energia solar já levantado no presente estudo, retirei no site da equatorial a empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no estado do Maranhão, o valor de tarifas em consumos por kWh em residências de baixa renda. Abaixo uma tabela apresentando os valores cobrados por kWh.

Residencial Baixa Renda	
TARIFA CONVENCIONAL	
Classe	Tarifa (R\$/kWh)
Consumo - até 30 kWh	0,205989
Consumo - 31 a 100 kWh	0,353124
Consumo - 101 a 220 kWh	0,529686
Consumo acima de 220 kWh	0,588540

Figura 8 – Dados de consumo em (R\$ / kWh)

Fonte: <https://ma.equatorialenergia.com.br/informacoes-gerais/valor-de-tarifas-e-servicos/#residencial-baixa-renda>

Segundo o IBGE, com base na PNAD, entre todos os estados, o Maranhão possui, com dados de 2021, a menor renda per capita do Brasil, cerca de 635,00 reais mensal. Levando em conta o consumo em kWh por pessoas de baixa renda apresentado acima, o Maranhense tem grande parte de seu orçamento comprometido com a conta de energia.

Por isso uma das alternativas é a instalação de energia solar para consumidores no Brasil, que é apresentada em duas categorias segundo o site **Portal**

Solar¹: micro e minigeração. O cliente, instala um sistema fotovoltaico, podendo ser empresarial ou habitacional, a energia excedida é devolvida a distribuidora do estado ou região. A fornecedora devolve o limite excedido em forma de crédito podendo assim o valor ser abatido em conta de luz futuras ou até de outras pessoas.

A taxa cobrada, em tese, é em razão dos fios utilizados, ou seja, a cobrança visa cobrar pela utilização e manutenção. Isso se dá pois de acordo com a Aneel, o consumidor não pode consumir diretamente a energia fornecida pelas placas solares, a energia tem que antes passar pela distribuidora de energia.

Em 2015 entrou em vigor a resolução n.º 685 da Aneel, com isso passou a ser permitida a geração compartilhada e o uso em um local diferente do ambiente em que a energia foi gerada, ou seja, podendo haver uma escolha do local em que a energia poderá ser aplicada, recebendo da fornecedora créditos para aplicação no local desejado. Também incluído nessa resolução geração de energia solar em múltiplas unidades, como os caso dos condomínios. Não havendo ainda, nesse caso, taxaço da energia em si.

Quando a energia solar passou a ser implementada no Brasil, em torno de 10 anos atrás, era muito pouco utilizada, e havia grande interesse em motivar as pessoas a consumirem e adotarem esse tipo de energia devido a vários motivos e principalmente motivos relacionados a necessidades atuais, como: minimização de perdas; atenuação da poluição ambiental; diversidade no fornecimento de energia, diminuição no custo, entre outros. O que motivou a isenção na taxa, tornando um preço mais convidativo para os primeiros consumidores.

Entre vários motivos, a taxaço passou a ser discutida principalmente devido a alguns argumentos em razão da isenção de taxa acabar prejudicando o consumidor que não possui a energia solar. Sendo que as pessoas de baixa renda acabam arcando com custos, pelo uso dos fios, por exemplo, que não era cobrado aos consumidores do sistema fotovoltaico.

A partir do projeto de lei 5829 sancionado em seis de janeiro de 2022 convertido na Lei 14.300: ficou subtendido novas regras e regulamentações na geração de energia fotovoltaica no Brasil, porém, ainda assim, o texto do projeto de

¹ Informação disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2022/07/22/conta-de-luz-do-brasil-e-a-segunda-mais-cara-do-mundo.html>

lei do deputado Silas Câmara, retirou subsídios, mas garantiu para pessoas que já possuíam a energia solar um período grande de transição das regras atuais.

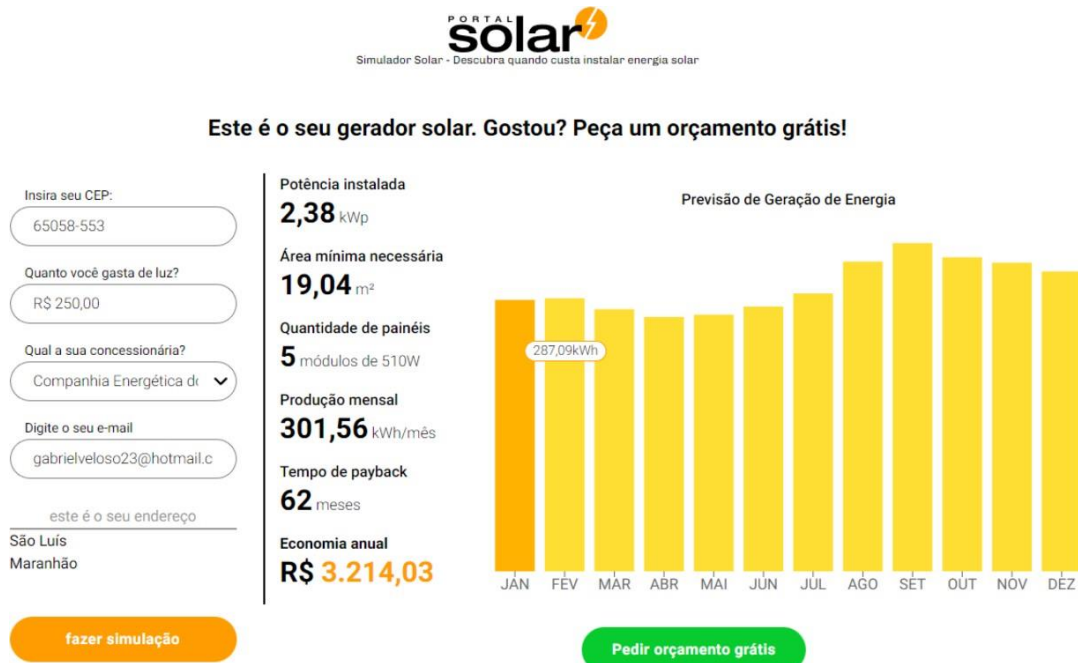


Figura 9 – Portal solar

Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/taxacao-da-energia-solar-toda-a-verdade-sobre-o-assunto>

Utilizando o cálculo do gerador do Portal Solar, tendo como exemplo uma conta de energia de 250 reais mensal em média, percebe-se uma economia de 3.214,03 reais anuais para o consumidor. O sistema de energia solar fornece grande abatimento na média anual e deveria ser utilizado em larga escala como política pública para as pessoas de baixa renda que são as mais afetadas pelo alto valor cobrado no consumo de energia elétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo demonstra o quanto o estado pode se tornar promissor na geração de energia solar, os resultados do estudo acerca da insolação e nebulosidade no Maranhão apresentam uma constância de nível de irradiação solar durante todo o ano. Isso demonstra o quanto é abundante esta energia nessa região, podendo ser um benefício quando relacionasse esse fornecimento para a captação desse tipo de energia. Devido a extensão territorial do estado e a dinâmica do clima, esses números apresentam algumas diferenças de município para município, mas aprimoram atividades civis que dependem dessa variação dos elementos climáticos.

Possuindo o menor PIB per capita do país, o maranhense tem grande parte do seu orçamento comprometido com a conta de energia, levando em conta a economia com gastos mensais ao consumidor e a fonte de energia renovável que é a energia solar fotovoltaica, ela deveria ser implementada e desenvolvida através de políticas públicas ou em parcerias privadas, pois ainda é um mercado em constante desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ATKINSON, B. W. Atmospheric processes. Global and local. In: CLARK, M. J.; GREGORY, K. J.; GURNELL, A. M. **Horizons in physical geography**. London: Macmillan Education Ltda., 1987.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1988.
- BARROS, Juliana; ZAVATTINI, João Afonso. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Revista de geografia da UFC**, vol. 8, núm. 16, 2009, pp. 255-261
- BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. **Atmosfera, tempo e clima**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 512 p.
- BERTALANFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. 351 p.
- DIAS, Luiz Jorge Bezerra da Silva; COSTA, Allana Pereira. **Análise das condições climáticas do Estado do Maranhão entre janeiro e junho de 2020**. São Luís: IMESC, 2020. 93 p.
- DIAS, Luiz Jorge Bezerra; PINHEIRO JÚNIOR, José de Ribamar. **Estudo hidrológico de travessia – substituição de travessia sobre curso d'água intermitente no município de Senador Alexandre Costa (MA)** [Relatório Técnico]. São Luís: Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS) / Consórcio BT-PN-3 (Bacia do Parnaíba), 2013. 55 p.
- GEIGER, R. **The climate near the ground**. Cambridge: Harvard University Press, 1966.
- GOMES JUNIOR, E. C. A climatologia geográfica e suas aplicações no estudo da paisagem. **Revista GeoUECE**. Fortaleza (CE), v. 10, n. 19, e202109, 2021.
- LOCKWOOD, John G.. **World climatology: an environmental approach**. Londres: Edward Arnold, 1974. 330 p.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Análise rítmica em Climatologia**. Climatologia, São Paulo: USP\IGEOP, n. 1, 1971. 21 p.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2001. 127 p.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco (orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 09-67.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A climatologia geográfica no Brasil e a proposta de um novo paradigma. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. p. 61-153.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sub-oriental do Brasil**. Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969.

MONTEIRO C. A. de F. **O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 54p.

MONTEIRO, C. A. de F. Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática (Algumas Considerações Metodológicas a Propósito do Estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

MORAES A. C. Licenciatura em ciências sociais e ensino de sociologia: entre o balanço e o relato. **Tempo social**, v.15, nº.1. São Paulo: p. 1-16, 1999.

NERY, Jonas Teixeira; CARFRAN, Ana Cláudia. **Glossário de termos técnicos em Meteorologia e Climatologia**. Jundiaí: Paco Editorial, 2013. 416 p.

OLIVER, J. F.; FAIRBRIDGE, R. W. **Enciclopédia of climatology**. New York: V. N. Reinhold, 1987.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. **Boletim De Geografia Teorética**. 23(46-46):288-294, 1993.

RIBEIRO, A. G. **Radiação solar**. Maringá: Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, 1990. (Série Textos Básicos, Climatologia, n.2).

SANT'ANNA NETO, João. A climatologia geográfica no Brasil: origem e contexto histórico. In: AMORIM, Margarete Cristiane; SANT'ANNA NETO, João; MONTEIRO, Ana (orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013a. p. 11-73.

SANT'ANNA NETO, João. Escalas geográficas do clima: mudanças, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; SANT'ANNA NETO, João Lima; MONTEIRO, Ana (orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013b. p. 75-91.

SPRINGER, K. Considerações acerca da geografia de Alexander von Humboldt. **Rev. RA'E'GA**, Curitiba, n. 18, p. 7-22, 2009.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 256 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, Gráfica e Edit ora Pax, 2006.

