



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE 1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL

MONTHLY VARIABILITY OF SUNSHINE FROM THE PERIOD 1962-2016 FOR RECIFE - PE, BRAZIL

Wagner Rodolfo de Araújo¹, Raimundo Mainar de Medeiros², Manoel Vieira de França³, Romildo Morant de Holanda⁴, Fernando Cartaxo Rolim Neto⁵

Submetido em: 27/04/2021

e24252

Aprovado em: 17/05/2021

RESUMO

Recife localiza-se próximo do equador e recebe altas incidências de insolações diretamente em sua superfície. Objetiva-se estudar as características e as condições climáticas de insolação no município de Recife, através da elaboração de gráficos representativos da distribuição mensal e anual, além das variabilidades de alta e baixa insolação para o período de 1962 a 2016. Nos meses de abril, maio, junho e julho registram-se as menores incidências de insolação no município, o que está ligado aos sistemas provocadores ou inibidores de chuvas na área estudada, e também aos fenômenos de meso e baixa escala atuante na região. Recomenda-se a importância da regionalização da insolação para fins agrícolas, geração de energia e de estudos climáticos. A falta de séries temporais extensas é escassa ou pouco difundida, impedindo deste modo melhores artigos científicos e seus conhecimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Energia renovável. Brilho solar. Flutuações térmicas.

ABSTRACT

Recife is located close to the equator and receives high incidences of sunstroke directly on its surface. The objective is to study the characteristics and climatic conditions of insolation in the municipality of Recife, through the elaboration of graphs representative of the monthly and annual distribution, in addition to the variability of high and low insolation for the period from 1962 to 2016. In the months of April, in May, June and July the lowest incidences of insolation are registered in the municipality, which is linked to the systems that cause or inhibit rainfall in the studied area, and also to the phenomena of meso and low scale acting in the region. It is recommended the importance of the regionalization of the sunstroke for agricultural purposes, energy generation and climatic studies. The lack of extensive time series is scarce or widespread, thus preventing better scientific articles and their knowledge.

KEYWORDS: Renewable energy. Solar brightness. Thermal fluctuations.

¹ Graduando em Geografia Instituição: Universidade Estácio de Sá – Polo Recife

² Pós-doutorado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

³ Prof. MSc pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

⁴ Prof. Doutor pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

⁵ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil; Grupo POLUS



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL
Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

1. INTRODUÇÃO

Tubellis et al. (1988) afirma que no Brasil verifica-se que, ao longo do ano o céu fica encoberto de 24 a 52% do período diurno, sendo a insolação maior que a cobertura de céu: de janeiro a abril na região sul, de junho a outubro na região norte, entre os meses de abril a janeiro na região nordeste, nos meses de março a janeiro na região sudeste, na região centro-oeste o sol brilha o ano inteiro, totalizando uma média anual de 1600 a 3200 horas.

Santos (2014) mostrou que o principal modulador da dinâmica atmosférica é a radiação solar que provê energia para os movimentos que impulsionam a sua circulação atmosférica, abastecendo com energia todos os seres vivos do planeta, como a fotossíntese das plantas e as células fotovoltaicas.

Na última década, a inclusão dos temas energia renovável e meio ambiente vem sendo debatidos em diversas áreas e estudos, nos quais os cientistas vêm desenvolvendo suas pesquisas de fontes de energias menos poluentes, renováveis e com menos impactos ao meio ambiente. A energia solar está sendo aproveitada tanto como fonte de calor quanto como geradora de eletricidade, apresentando-se como fonte de energia renovável viável, apesar de seu custo ainda elevado. O principal obstáculo para impulsionar o crescimento da adoção de energia solar encontra-se na falta de informações e dados científicos que permitam uma avaliação da viabilidade econômica dos projetos para uso de fontes renováveis na América do Sul. A energia solar é mais utilizada nos estados de Minas Gerais (23,8%); Rio Grande do Sul (14%); São Paulo (12,3%); Santa Catarina (6,4%) e Paraná (5,1%). Os estados do Maranhão, Piauí e Ceará encontra-se em fase de implantação dos seus parques solares com tendência a superar os que estão em funcionamento.

Medeiros (2018) realizou o monitoramento da insolação como sendo atividade relevante para agricultura, energia renovável e fonte de calor. Ele analisou sua variabilidade ao longo das seguintes décadas e comparou com a média histórica para o município de Recife - PE: 1962-1971; 1972-1981; 1982-1991; 1992-2001 e 2002-2011. Medeiros (2018) concluiu que as incidências da insolação acima dos padrões normais na área de estudo estão condicionadas a baixa cobertura de nuvem, a flutuação da temperatura do ar acima da normalidade e a ocorrência de queimadas, referenciou ainda que parte desta variabilidade interanual da insolação está associada a ocorrências dos efeitos locais e regionais e as contribuições dos fenômenos de larga e meso escala atuantes na área de estudo.

Kozmhinsky et al. (2018) caracterizaram as condições climáticas da insolação no Estado de Pernambuco através da interpolação, elaborando mapas representativos da distribuição mensal e anual, além da variabilidade baixa e alta insolação pelo método da krigagem. Os registros apontaram incidência de insolação acima dos padrões normais na região do sertão e alto sertão condicionados a baixa cobertura de nuvens, a flutuações de temperatura acima da normalidade. A krigagem dos dados de insolação mensal, anual e dos meses de baixo e alto valor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

de insolação serviu para confecção dos mapas de distribuição espacial sendo uma alternativa para gerar estimativas confiáveis com mapas de maior representatividade.

Medeiros et al. (2018) mostraram que o Estado do Piauí se localiza próximo do equador e recebe altas incidências da insolação diretamente em sua superfície. A baixa cobertura de nuvens, a oscilação térmica acima das normalidades e a ocorrência de focos de incêndio e queimadas podem ter condicionado os valores das incidências nas regiões piauienses durante os meses de julho a outubro. Estas variabilidades estão associadas às condições termodinâmicas do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, que inibindo a formação de nuvens, favorece um aumento no fluxo radiativo de ondas curtas e aumento no fluxo do saldo de radiação.

Klering et al. (2007) mostraram que a duração do brilho solar pode ser de grande importância em atividades agrícolas. Por exemplo, ela tem relação estreita com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) de arroz irrigado e, por conseguinte, correlação elevada com o rendimento da cultura.

Objetiva-se estudar as características e as condições climáticas de insolação no município de Recife, através da elaboração de gráficos representativos da distribuição mensal e anual, além das variabilidades de alta e baixa insolação para o período de 1962 a 2016.

2.MATERIAL E MÉTODOS

Recife está entre as três maiores aglomerações urbanas da Região Nordeste. Ele ocupa posição central, com distância em torno de 800 km das outras metrópoles, Salvador e Fortaleza, disputando com elas o espaço estratégico de influência na região. Com área territorial de 330 km², Recife limita-se ao norte com as cidades de Olinda e Paulista, ao sul com o município de Jaboatão dos Guararapes, a oeste com São Lourenço da Mata e Camaragibe, e a leste com o Oceano Atlântico. Segundo os dados do recenseamento de 2010, a Cidade do Recife contém uma população superior a dois milhões de habitantes (IBGE, 2010). Localiza-se na latitude 08°01'S; Longitude 34°51'W, com altitude média em relação ao nível do mar de 72 metros (**Figura 1**).

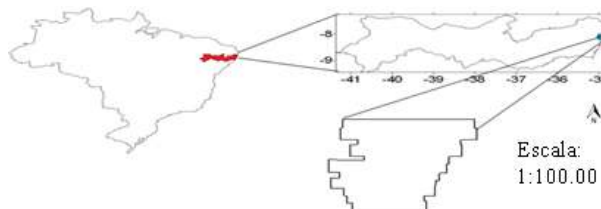


Figura 1. Localização do município de Recife.

Fonte: Wagner, (2021).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

Os sistemas atmosféricos, provocadores de precipitação em Recife, são os Sistemas Frontais, distúrbios ondulatórios de Leste; Brisas Marítimas e Terrestres; e as Ondas de Leste que atuam no período do outono/inverno, auxiliadas pelos ventos alísios de sudeste, as Ondas atingem a costa oriental do Nordeste, provocando chuvas fortes, outro indutor de precipitações é a Zona da Convergência Intertropical (ZCIT), perturbação associada à expansão para o hemisfério sul do equador térmico. A ZCIT atinge o Recife, principalmente no outono, e causa chuvas com trovoadas e mudança na direção dos ventos de SE para NE, ou mesmo, calmarias. As formações dos sistemas de Vórtices Ciclones de Altos Níveis (VCAS) quando de suas formações nos meses de fevereiro a abril e com suas bordas sobre o NEB, em especial acima do estado do Pernambuco, aumenta a cobertura de nuvem e provocam chuvas de moderada a forte intensidade em curto intervalo de tempo, causando prejuízo às comunidades, como alagamento, enchentes, inundações, e também prejuízo ao setor socioeconômico. O clima local foi classificado, segundo Köppen, como sendo do tipo Em conformidade com Medeiros ET al. (2018) e Alvarez et al. (2014).

É reconhecida a importância da regionalização da insolação solar para fins agrícolas, de geração não convencional de energia e de estudos climatológicos; todavia, séries temporais extensas de medidas no Brasil e na América do Sul são escassas ou pouco difundidas.

Utilizaram-se das médias mensais de insolação obtidas da Estação Climatológica Principal do INMET para o município do Recife-PE, no período compreendido entre 1962 a 2016. Utilizou-se de cálculos estatísticos simplificados para definir média, mediana, moda, desvio padrão, coeficiente de variância, máximos e mínimos valores absolutos ocorridos em cada mês e seus valores anuais. Utilizou-se da equação linear para definir a equação da reta, R^2 . Realizaram-se preenchimentos de falhas, homogeneização e consistência visando fornecer informações consistentes. O método de preenchimento de falhas utilizado foi o da média aritmética pelo quadrado de sua distância. Os cálculos e gráficos foram utilizadas planilhas eletrônicas.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras (2 a 18) demonstram as variabilidades mensais, anuais e das altas e baixas intensidades, maior e menor insolação para o período de 1962 a 2016 no município de Recife-PE.

Os dados das condições climáticas de determinada região são necessários para que se possam estabelecer planos, que visem manejo adequado dos recursos naturais, assim como busca por desenvolvimento sustentável e implementação das práticas agropecuárias viáveis e seguras para os diversos biomas em conformidade com a afirmação de Sousa et al. (2010).

A insolação média dos meses de janeiro do período de 1962-2016 está representada na Figura 2. O mês de janeiro com uma reta de tendência com coeficiente angular negativo e com R^2 baixo demonstram reduções dos níveis de insolação futuramente. A média histórica da insolação para o mês de janeiro com 55 anos de observações é de 234,9 horas de insolação. Destacamos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL
Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

os anos de 1964 a 1966; 1977; 1980; 1982; 1992; 1993; 2002; 2004; 2010; 2011 e 2014 com índices de insolações inferiores à média histórica. Nos demais anos, esses índices superaram as médias históricas, entre 2,2% a 14,9%.

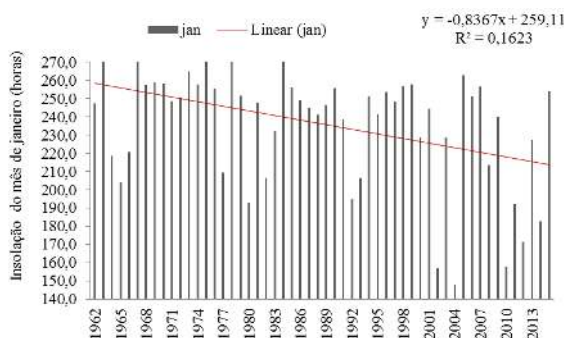


Figura 2. Flutuações da insolação do mês de janeiro compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).

O mês de fevereiro (Figura 3) com 55 anos de observações, apresentou média histórica de 206,5 horas de insolação. As oscilações mensais alternaram entre 112,1 a 270 horas. Os índices de insolação superaram as médias históricas entre 30% a 54,5%. Com uma reta de tendência de coeficiente angular negativo e de baixa significância, observa-se que a sua tendência é cada vez receber menor insolação. Destaca-se que em 22 anos os índices de insolação apresentaram-se em torno da média ou superior à média, nos demais anos os índices de insolação mostraram-se abaixo da média. Estas oscilações estão em conformidade com os autores Silva et al. (2012), Silva et al. (2013), Medeiros (2016), Tubelis et al. (1988).

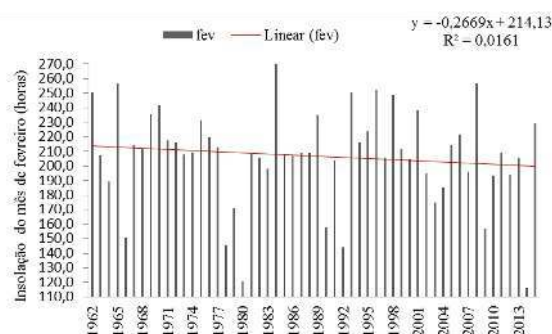


Figura 3. Flutuações da insolação do mês de fevereiro compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).

Silva et al. (2012) mostram que essas oscilações entre a quantidade de insolação mensal ocorrem devido às variações das condições meteorológicas dos referidos meses, isto é, pela quantidade de cobertura de nebulosidade e não pelas condições do fotoperíodo astronômico.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

Na Figura 4 observamos as flutuações da insolação do mês de março compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE, com uma média histórica mensal de 213,9 horas de insolação. As flutuações mensais oscilaram entre 140 a 270 horas, nos anos de 1962, 1965, 1966, 1970, 1971, 1973, 1975, 1977, 1984, 1989, 1990, de 1992 a 1996, 1998, 1999, 2005 a 2007 e 2009, 2010, 2011 os índices de insolação superaram a média histórica, já nos demais anos, seus índices foram abaixo da média histórica.

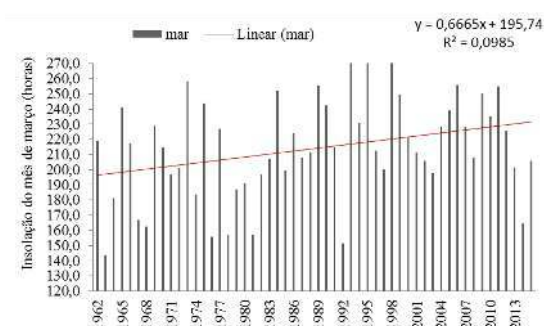


Figura 4. Flutuações da insolação do mês de março compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

Na Figura 5 observam-se as flutuações da insolação do mês de abril, compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE. Com reta de tendência positiva e R^2 de baixa significância, mesmo assim observou-se que a tendência aumentou desde o início de sua observação, ou seja, no ano de 1962. O mês de abril apresentou uma média histórica de 195,7 horas incidência direta de raios solares e suas flutuações anuais ocorreram entre 120 horas nos anos de 1989 e 2011 a 260 horas no ano de 2016. Nos demais anos, os índices de insolação superaram as médias históricas entre 32,8% a 38,7%.

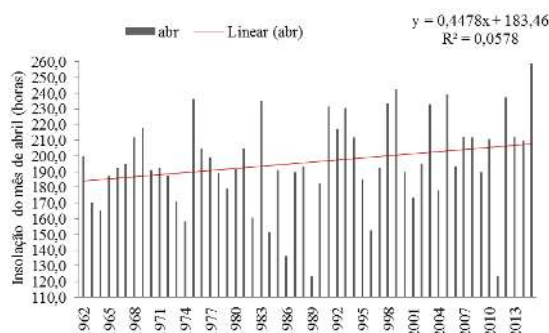


Figura 5. Flutuações da insolação do mês de abril compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

Os índices de insolação anuais superaram as médias históricas entre 32,2% a 33,4%, suas oscilações anuais oscilaram entre 125,8 horas e décimos no ano de 2011 a 249,8 horas e



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

décimos no ano de 2000. Os meses de maio compreendido entre os períodos de 1962-2016 apresentaram uma reta de tendência com coeficiente angular positivo e R^2 de baixo nível de significância.

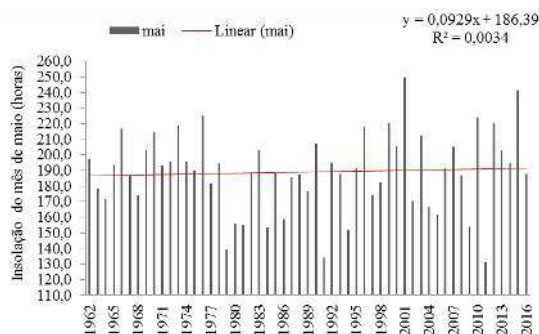


Figura 6. Flutuações da insolação do mês de maio compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).

Bley Jr. (1999) e Bayer (2004) asseguraram que os ambientes tropicais se distinguem pela alta incidência de radiação solar, temperatura e insolação, assegurando que próximo à linha do equador a incidência é elevada nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.

Na Figura 7 têm-se as flutuações da insolação do mês de junho compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE. As flutuações da insolação entre os anos oscilaram entre 100 horas a 228,8 horas. Nos 55 anos de observações dos dados de insolação, o mês de junho apresentou uma média histórica de 161,2 horas, neste período de estudo, as incidências de insolação registraram-se entre 37,9% a 41,9%. Nos meses de junho a reta de tendência apresentou-se com coeficiente angular negativo e baixíssimo nível de significância.

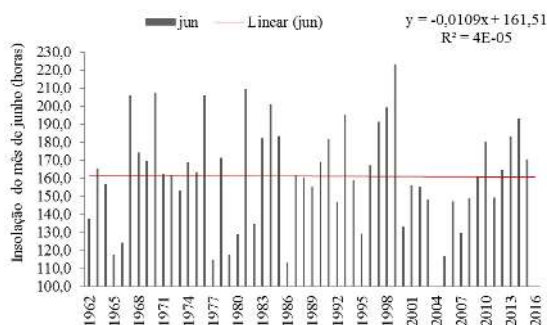


Figura 7. Flutuações da insolação do mês de junho compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

O mês de julho para a série de dados de 1962-2016 teve uma média histórica de insolação de 172,7 horas, com oscilações entre 108,5 horas a 230 horas com flutuações interanuais entre 33,3% a 37,2%. A reta de tendência teve coeficiente angular negativo e baixíssimo nível de significância. (Figura 8).

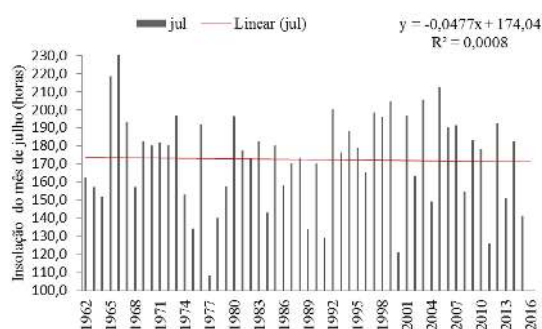


Figura 8. Flutuações da insolação do mês de julho compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

Silva et al. (2013), Medeiros (2016) afirmaram que as variabilidades das precipitações e cobertura de nuvens no estado do Piauí estão condicionadas aos fatores provadores de chuvas nas áreas diferenciadas de seus regimes. Nos meses de abril a setembro a cobertura de nuvens na região sul oscila entre 26% a 45%, na região central e norte do estado entre os meses de junho a dezembro a cobertura de nuvem fluem entre 25% a 50% estando coerente com os resultados obtidos por Tubelis et al. (1988).

Na Figura 9 têm-se as oscilações das insolações do mês de agosto compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE. Com reta de tendência negativa e de baixo nível de significância, e com média histórica de 199,5 horas e com suas flutuações interanuais oscilando de 20,3% a 22,3%. Nos anos de 1979 e 2011 registraram-se os menores índices de insolação (155 horas) e nos anos de 1968, 1973, 1974, 1976 e 2003 os maiores índices de insolação (240 horas).

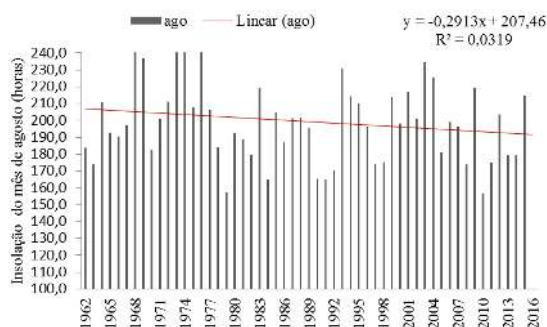


Figura 9. Flutuações da insolação do mês de agosto compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL
Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

Os índices de insolação superaram as médias históricas entre 23,9% a 38,1%. As flutuações do mês de setembro (Figura 10) oscilam entre 129,5 a 259,5 horas e décimos. Durante os 55 anos de observações, o mês de setembro registrou média histórica de 209,3 horas. Com baixo nível de significância e com tendência de reta e coeficiente angular negativo, esses dados indicam que nos próximos anos a tendência será de redução dos índices de incidência luminosa direta.

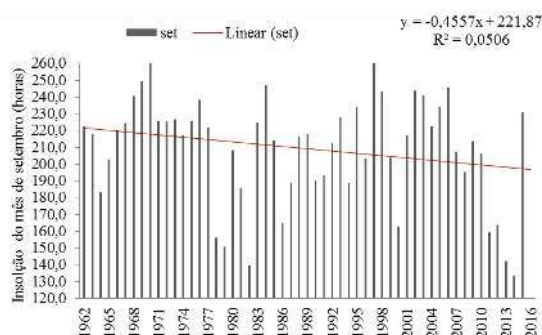


Figura 10. Flutuações da insolação do mês de setembro compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).

Na Figura 11 observam-se as flutuações da insolação do mês de outubro, compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE. Com uma média histórica de 241,1 horas e flutuações mensais equilibradas, variando entre 162 a 296,1 horas. Nesta análise, houve reta de tendência com coeficiente angular negativo e baixo nível de significância.

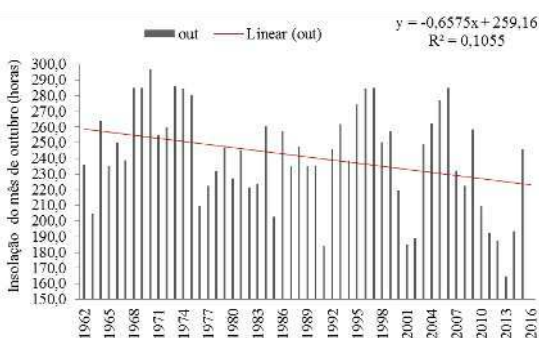


Figura 11. Flutuações da insolação do mês de outubro compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).

Silva et al. (2012) apontou que as variações entre a quantidade de insolação mensal se deve às condições meteorológicas dos referidos meses, isto é, pela quantidade de nebulosidade e não pelas condições do fotoperíodo astronômico, em que associadas às condições



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

termodinâmicas do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, das Zonas de Convergências do Atlântico Sul na região Sul do Estado do Piauí, e para as regiões norte central destacam-se as Zonas de convergências Intertropical e a flutuação da brisa marítima/terrestre que inibindo a formação de nuvens, favorece um aumento no fluxo radiativo de ondas curtas e aumento no fluxo do saldo de radiação.

O mês de novembro (Figura 12) com média histórica de 248,4 horas de insolação e com suas oscilações mensais entre 150 a 295,2 horas e décimos onde os índices insolativos superaram as médias históricas entre 18,8% a 39,6%.

Salienta-se que os períodos de anos entre 1970-1978 e entre 1997 a 2010 as insolações mensais superaram as médias históricas, exceto para os anos 2001 e 2002, nos quais a insolação foi abaixo da histórica. As flutuações irregulares de insolação estão em conformidade com os efeitos locais e regionais e dos eventos extremos registrados em todos os anos isoladamente.

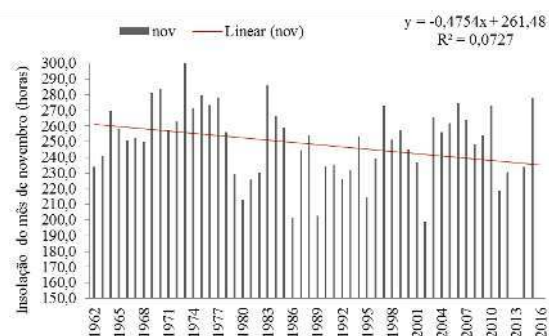


Figura 12. Flutuações da insolação do mês de novembro compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.
Fonte: INMET. (2017).

O mês de dezembro registra uma média histórica de 242 horas de insolação, sua flutuabilidade ocorreu entre 155 a 295 horas, e superaram as médias históricas entre 21,9% a 36%. Destacam-se os períodos de 1969 a 1973, 1976, 1979, 1983, 1984, 1990 a 1998 exceto 1994, 2002 a 2011, exceto os anos de 2005 e 2010, nos quais a insolação média mensal superou a média histórica. Com reta de tendência negativa e nível de significância baixa, acredita-se que os próximos meses de dezembro registrem insolação abaixo dos índices considerados normais para o período. (Figura 13).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

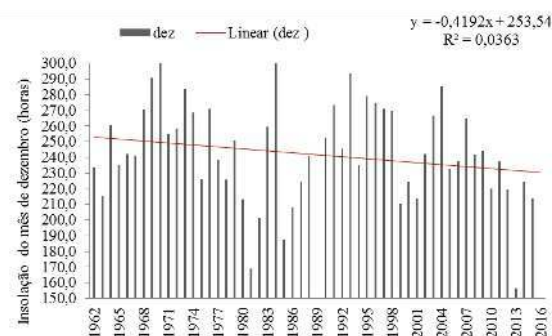


Figura 13. Flutuações da insolação do mês de dezembro compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

As flutuações anuais da insolação, sua média histórica e da reta de tendência está representada na figura 14. Com uma média histórica de 2516 horas de insolação em 55 anos de observações, têm-se vinte e oito (28) anos com índices de insolações superiores à média, dezenove (19) anos de índices insolutivos inferiores a média e oito (8) anos com índices de insolação oscilam entre a normalidade. A reta de tendência com coeficiente angular negativo e R^2 de baixa significância, indica que é provável que nos próximos anos a insolação venha registrar valores abaixo da média anual.

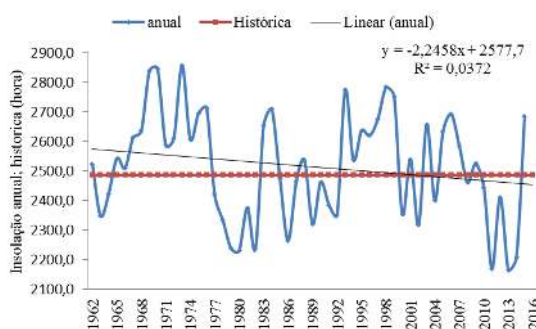


Figura 14. Flutuações da insolação anual compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

Os efeitos diretos que a incidência diferenciada da radiação solar ocasiona na superfície do solo podem ser constatados através da determinação da temperatura e da umidade do ar; a intensidade da radiação solar define as condições microclimatológicas, a temperatura sendo diretamente proporcional à radiação solar, enquanto a umidade se relaciona inversamente, conforme afirmação dos autores Silva et al. (1999), vem a corroborar com o estudo em desenvolvimento.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL
Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

Figura 15 tem-se as variabilidades da insolação do quadrimestre de maior insolação que corresponde aos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro compreendidos entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Calculou-se a média correspondente aos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro seguidamente da elaboração de gráfico conforme Figura 15. A média do quadrimestre é de 241,6 horas e décimos, destacam-se os anos 1962, 1963, 1965, 1980, 1982, 1985, 1986, 1989, 1991, 1992, 2000 a 2002 e de 2010 a 2015 com índices de insolações menores que a média histórica. Entre os anos de 1967 a 1976, 1993 a 1999 e entre os anos de 2003 a 2009 a insolação superou a média.

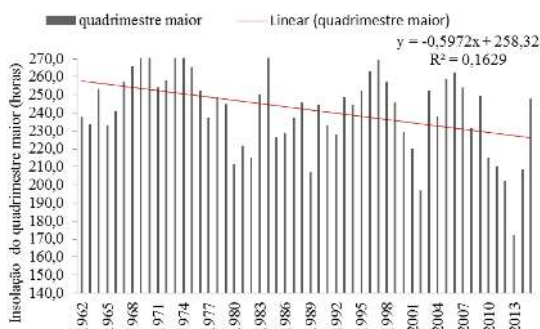


Figura 15. Flutuações da insolação do quadrimestre de maior insolação compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

A curva de tendência da reta tem coeficiente angular negativo e R^2 de 16,2 de significância, espera-se que para o futuro os quadrimestres venham a registrar reduções.

Na Figura 16 observam-se as flutuações da insolação do quadrimestre de menor insolação (abril, maio, junho e julho), compreendidas entre os anos de 1962-2016, no município do Recife-PE. Com reta de tendência positiva e baixo nível de significância, apresenta-se o quadrimestre de menores índices de insolação. Destacamos os anos de 1964 a 1973, 1975, 1976, 1981, 1983, 1985, 1987, a 2000, 2002, 2005 a 2007, 2009 e entre 2012 a 2015 com insolação superior a média histórica. As oscilações da insolação no quadrimestre de menores insolações fluem entre 130,3 a 230 horas e décimos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL
Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

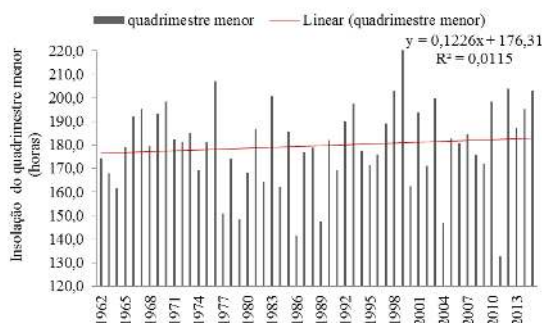


Figura 16. Flutuações da insolação do quadrimestre de menor insolação compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

Na Figura 17 têm-se as flutuações da insolação do mês de maior insolação (novembro) compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE. Com reta de tendência negativa e R^2 baixo, demonstrando que para os anos vindouros ocorreria redução do nível de insolação. As flutuabilidades da insolação no mês de maior incidência oscilam entre 140 a 300 horas, estando de acordo com os estudos de Sousa et al. (2008) e Silva et al. (1999).

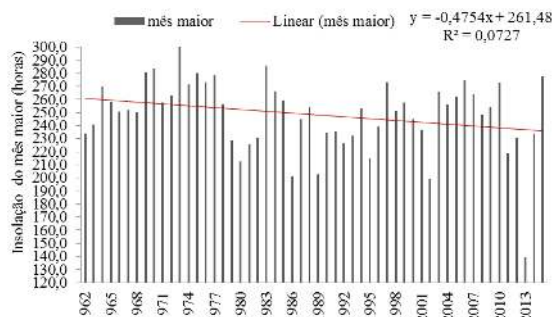


Figura 17. Flutuações da insolação do mês de maior insolação compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

Souza et al. (2008) mostraram que a componente mais importante a influenciar processos atmosféricos e as condições do tempo e clima no planeta Terra, é a energia proveniente do Sol, responsável pelo aquecimento do ar e do solo, fotossíntese e evaporação da água. As variações no saldo de radiação são fundamentais nos processos atmosféricos e terrestres alterando, por exemplo, a temperatura na superfície, o perfil da taxa vertical de aquecimento e a circulação atmosférica.

Na Figura 18 observam-se as flutuações da insolação do mês de menor insolação (junho) compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Com variabilidade de 90 horas, no ano de 2004 a 225 horas, no ano de 1999, registrados no mês de menor insolação correspondente a junho. Destaca-se o mês de junho para os seguintes anos 1963, 1967 a 1970, 1974, 1976, 1978, 1981, 1983 a 1985, 1990, 1991, 1993, 1996



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE - PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

a 1999, 2010, 2012 a 2015 como de altas insolações fluindo 160 horas a 225 horas. Destaca-se que, nos demais anos a insolação ficou próximo a sua climatologia 163,2 horas e/ou fluíram bem abaixo da climatologia conforme Figura 18.

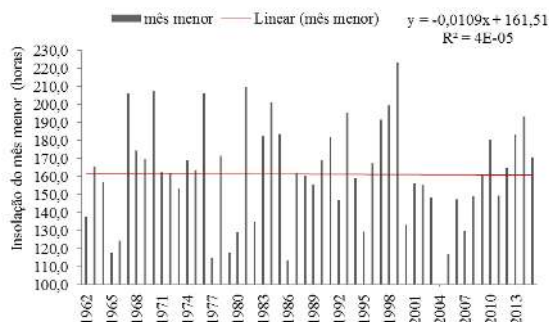


Figura 18. Flutuações da insolação do mês de menor insolação compreendidas entre os anos de 1962-2016 no município do Recife-PE.

Fonte: INMET. (2017).

A reta de tendência com coeficiente angular negativo é de baixíssima significância onde não se podem fazer inferências de aumentos ou redução de insolação.

Pesquisas sobre níveis de radiação solar contribuem para preparação de projetos de irrigação de culturas, de refrigeração de gêneros alimentícios, remédios e vacinas, aquecimento e iluminação artificial, conforto térmico e iluminação natural em projetos de construção civil (MARTINS et al., 2005), o que torna o presente estudo relevante. A população deve utilizar-se de roupas leves, além do uso de protetores solares. Deve-se evitar ficar exposta diretamente aos raios solares nos horários das 9:00 às 15:00h.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A baixa cobertura de nuvens, entre os meses de outubro a janeiro, a oscilação termal sobre as normalidades e a ocorrência de focos de incêndios ocasionam altos valores de insolação. Nos meses de abril, maio, junho e julho registram-se as menores incidências de insolação, esta fluabilidade está ligada aos sistemas provocadores ou inibidores de chuvas na área de estudo, estando ainda interligados aos fenômenos de meso e baixa escala atuante na região.

Reconhece-se a importância da regionalização da insolação para fins agrícolas, geração de energia e de estudos climáticos. A falta de séries temporais extensas é escassa ou pouco difundida dificultando deste modo melhores artigos científicos e seus impactos.

O estudo fornece informações para os tomadores e usuários de energias renováveis visando um melhor uso deste elemento.

As flutuações das insolações mensais mesmo em período de chuva confirmam bons índices para geração de energia.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL
Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.

BAYER, C. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. FERTBIO, 26, **Lages, Anais [...] Lages**: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM.

BLEY, JR. C. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. **Ciência Hoje**, v. 25, n. 148, p. 24-29, 1999.

IBGE. 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil**. Brasília, DF: INMET, 2017.

KLERING, E. V.; CUSTÓDIO, M. S.; FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Relação entre os perfis temporais de NDVI/MODIS da cultura do arroz irrigado, a insolação e o rendimento na região da Campanha do Rio Grande do Sul. **Anais, XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 2007. p. 249-254.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. **Justus Perthes**, 1928.

KOZMHINSKY, M.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; SILVA, V. P. Average insolation interpolated by the krigagem method for the state of Pernambuco – Brazil. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 8, p. 78 - 84, 2018.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L. D.; COLLE, S. Mapas de irradiação solar para o Brasil – resultados dos projetos SWERA. *In.*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais... São José dos Campos**: INPE, 2005. p. 3137-3146.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; VIANA, M. A.; SILVA, V. P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco - Brazil. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, p. 219-234, 2018.

MEDEIROS, R. M. Insolação decadal para o município de Recife-PE, Brasil. **Rev. Geogr. Acadêmicas**, v.12, n. 2, p.124-137, 2018.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; FRANCA, M. V. Interpolação da insolação média para o Estado do Piauí – Brasil. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, p.170-189, 2018.

MEDEIROS, R. M. **Fatores provocadores e/ou inibidores de chuva no estado de Pernambuco**. 2016.

SANTOS, R. M. B. **Aplicação do método de kriging para estimar campos de radiação solar**: um estudo para o Nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Meteorologia. INPE, São José dos Campos, 2014.

SILVA, G. J. F.; SEVERO, T. E. A. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordestino: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 3, p. 586-599, 2012.

SILVA, C. E. S.; ROCHA, E. W. L.; MAGALHÃES, P.; ALVES, V. C. Análise da variação de insolação de Presidente Prudente - SP. Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente. **Anais[...] Presidente Prudente**, 2012. Disponível em: <http://www.unoeste.br/site/enepe/2012/suplementos/area/agrariae/agronomia/analisedavariacãodeinsolaçãodepresidenteprudente-SP.pdf>. Acesso em: 2019.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE MENSAL DA INSOLAÇÃO DO PERÍODO DE
1962-2016 PARA RECIFE – PE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,
Romildo Morant de Holanda, Fernando Cartaxo Rolim Neto

SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. C.; GOMES FILHO, M. F. Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p.1463 - 1475, 2013.

SILVA, J. F.; FERREIRA, H. S.; SANTOS, M. O. Considerações sobre os estudos em clima urbano. **Revista Geama**, v. 2, n. 1, p. 156-170, 1999.

SOUSA, E. S.; LIMA, F. W. B.; MACIEL, G. F.; SOUSA, J. P.; PICANÇO, A. P. Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas–TO. **XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Belém-PA: Anais on-line, 2010.

SOUZA, J. D.; SILVA, B. B.; CEBALLOS, J.C. Estimativa da radiação solar global à superfície usando um modelo estocástico: caso sem nuvens. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 26, p. 31-44, 2008.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.S. **Meteorologia descritiva**: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1988. 374 p.