



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMOS PARA
DETERMINAÇÃO DO ANO METEOROLÓGICO TÍPICO
BASEADO EM SÉRIES TEMPORAIS DO MODELO DE
TRANSFERÊNCIA RADIATIVA DO BRASIL-SR**

Saimonthon Alves Ferreira

Relatório de Iniciação Científica do
programa PIBIC, orientado pelo Dr. Rodrigo
Santos Costa.

INPE
São José dos Campos
2020

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o estudo do desenvolvimento de algoritmos para a determinação do ano meteorológico típico (TMY) com o objetivo de fornecer de maneira genérica dados para cada localidade do Brasil partindo de séries temporais do modelo de transferência radiativa do Brasil-SR. O país no mundo, é um dos mais privilegiados com a incidência solar, entretanto, o seu uso no momento não é compatível com o seu potencial. Para que esse recurso possa ser melhor aproveitado, é necessário que dados a respeito da irradiância para cálculos de projeções de economia sejam disponibilizados de maneira mais simples e integrativa, para facilitar a identificação de melhores localidades para os investimentos no setor de energia fotovoltaica e térmica.

Palavras-chave: TMY, Energia, Solar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
4. CONCLUSÕES.....	6
5. REFERÊNCIAS.....	7

1 Introdução

Devido ao aumento crescente dos Gases de Efeito Estufa (GEE) no mundo, alternativas de obtenção de energia de maneira que não emita ou emita menos GEE, como a energia solar, começam a ganhar destaque no mercado. Segundo Pereira et al., (2017), para que essas energias cheguem de maneira mais consistente para a população, é necessário o uso de informações mais confiáveis sobre dados solares que são utilizados em projetos de implantação fotovoltaica. O TMY (*Typical Meteorological Year*) é aplicado em apenas algumas localidades no Brasil, que já possuem os dados processados, portanto seria de enorme valia, um software ou aplicativo que disponha para quem precisar, os dados de TMY para qualquer região do Brasil, fornecendo assim informações relevantes e que agregaram ainda mais ao mercado solar no país.

2 Revisão Bibliográfica

O TMY é um procedimento bastante adotado no mundo todo e em uso por diversos países. Segundo Luiz et al., (2012) o TMY “consiste na determinação estatística dos meses individuais de dados meteorológicos que melhor representam as condições meteorológicas tomando como base a climatologia de um período de 30 anos”. No exemplo abaixo, segue uma ilustração que exemplifica a determinação de um TMY baseado em 17 anos de dados de irradiação.

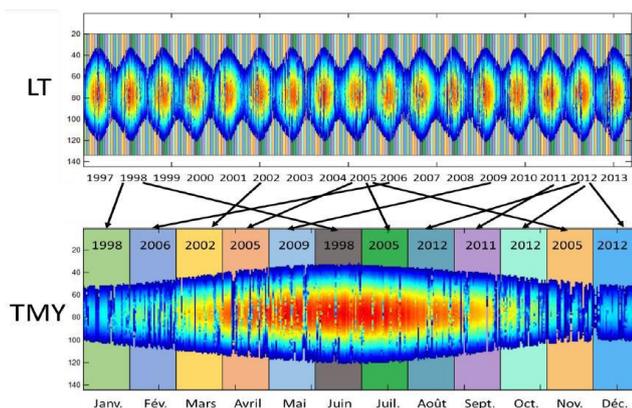


Figura 1 - (Long-term 17 anos) construindo um ano meteorológico tipo. (fonte: Realpe et al., 2015)

Com esse conjunto de dados determina-se os dados em questão um ano que possa representar as condições mais frequentemente observadas ao longo de um ano para uma

região específica. No Brasil, existe o TMY para algumas localidades, principalmente as capitais, entretanto a maior parte do território brasileiro não possui dados sobre outras localidades, e isso pode comprometer e aumentar o contraste entre o rendimento esperado e o real.

Ao se analisar as metodologias existentes na literatura científica, vemos algumas que são de uso mais restrito de algumas localidades ou apresentam um grau de complexidade maior, necessitando de uma base de dados de longos anos (Skeiker, 2007). Atualmente, o método mais utilizado é o Sandia National Laboratories e será o utilizado no presente trabalho. O método Sandia envolve a escolha de um mês característico da climatologia local, para cada um dos 12 meses do ano entre os anos de dados coletados. Isso é feito utilizando lógica de programação aplicando a Função de Distribuição Acumulada (FDA) de quatro variáveis meteorológicas para o mês de cada ano. Essas variáveis são de temperatura de bulbo seco, temperatura de ponto de orvalho, radiação global total diária e a velocidade do vento (Luiz et al., 2012).

3 Material e Métodos

Para se avaliar a similaridade os dados climatológicos, são utilizados o método estatístico de Finkelsteir-Schafer que se baseia na diferença absoluta entre duas CDF's do mês analisado e o mesmo mês de todos os anos seguindo a Eq.1.

$$FS_x(y, m) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CDF_m(x_i) - CDF_{y,m}(x_i) \quad (1)$$

onde CDF_m é a função de distribuição acumulada do mês m de todos os anos e $CDF_{y,m}$ é a função de distribuição acumulada do mês m do ano y . A varável x é o índice utilizado para as variáveis meteorológicas e N é o número de pontos da CDF utilizado. O próximo passo é realizar a soma ponderada WS , conforme a equação abaixo, utilizada para selecionar os meses que poderão vir a fazer parte do TMY.

$$WS(y, m) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M WF_x \cdot FS_x(y, m) \quad (2)$$

Onde M é o número de variáveis, WF é o fator de ponderação para cada variável x .

A escolha de 5 meses candidatos para compor o TMY são ranqueados com base na proximidade com a média geral, avaliando a persistência e duração da temperatura do ar e da radiação global. O mês com execução mais longa, mais execuções e zero execuções são excluídos. Por fim, o mês com o maior ranking que restou é escolhido para o TMY. Os dados climatológicos serão obtidos nos sites de órgãos públicos e trabalhados no Python utilizando a equação anteriormente dita.

4 Conclusões

Até o presente momento, foi possível concluir que existem fórmulas que podem ser trabalhadas para o levantamento desses dados de maneira que se possa introduzi-las na linguagem de programação Python. Entretanto, dada a complexidade da formulação desses algoritmos para atender uma demanda a nível Brasil, não foi possível formular um código completo que traga resultados expressivos para cada região do país. Vale ressaltar que os estudos a cerca do assunto serão continuados até que se obtenha algo mais genérico e aplicável partindo dos dados disponibilizados.

5 Referências

PEREIRA E.B.; MARTINS F.R.; GONÇALVES A.R.; COSTA R.S.; DE LIMA F.J.L.; RÜTHER R.; ABREU S.L.; TIEPOLO G.M.; PEREIRA S.V.; SOUZA J.G. **Atlas Brasileiro de energia solar**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP, 2017.

Skeiker, Kamal. **Comparison of methodologies for TMY generation using 10 years data for Damascus, Syria**. *Energy Conversion and Management* 48.7 (2007): 2090-2102.

LUIZ, Eduardo Weide et al. Determinação de um Ano Meteorológico Típico para Florianópolis–SC. In: **IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES**. 2012.

REALPE A. M. et al. Proposing Enhanced Typical Meteorological Year for Concentrated-PV Systems Using Long-Term Datasets. *Solais Expert Photovoltaïque*, 2015.