

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES COMPUTACIONAIS NA ANÁLISE DE
MODELOS DE RADIAÇÃO SOLAR**

Nome: Paulo Hortelan Ribeiro	RA: 141027037
------------------------------	---------------

Nome do Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Machado Perea Martins	Assinatura:
---	-------------

BAURU - SP
Agosto/2019

PAULO HORTELAN RIBEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES COMPUTACIONAIS NA ANÁLISE DE
MODELOS DE RADIAÇÃO SOLAR**

Proposta para Trabalho de Conclusão de Curso
do Curso de Bacharelado em Ciência da
Computação da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de
Ciências, campus Bauru.

Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Machado
Perea Martins

BAURU
Agosto/2019

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	4
2	PROBLEMA	5
3	JUSTIFICATIVA	7
4	OBJETIVOS.....	7
4.1	OBJETIVO GERAL.....	7
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
5	MÉTODO DE PESQUISA	8
6	CRONOGRAMA	9
	REFERÊNCIAS	9

1 INTRODUÇÃO

Este é um trabalho de computação aplicada, focado na área ambiental. O mesmo visa estudar modelos de radiação solar e desenvolver programas que permitam a análise e simulação deste parâmetro físico.

A energia emitida e transmitida pelo sol sob a forma de radiação eletromagnética é denominada de radiação solar, a qual é, sem dúvida, a maior fonte de energia para o nosso planeta. E, assim como dito por Gómez (2018), as variações dessa energia possuem impacto nas mais diversas áreas, sejam elas físicas, químicas ou biológicas.

Tendo em vista a sua importância, diversos modelos matemáticos de radiação solar global foram criados; radiação essa que é a junção das componentes da radiação solar, ou seja, da direta com a difusa. E como Liu et al. (2009) apresentam, em 1924 Angström propôs um modelo que relaciona linearmente a radiação solar global com a duração do brilho solar. Carvalho et al. (2010) descrevem que Prescott, posteriormente, sugeriu o uso da radiação solar extraterrestre, criando um novo modelo, que ficou conhecido como equação de Angström-Prescott.

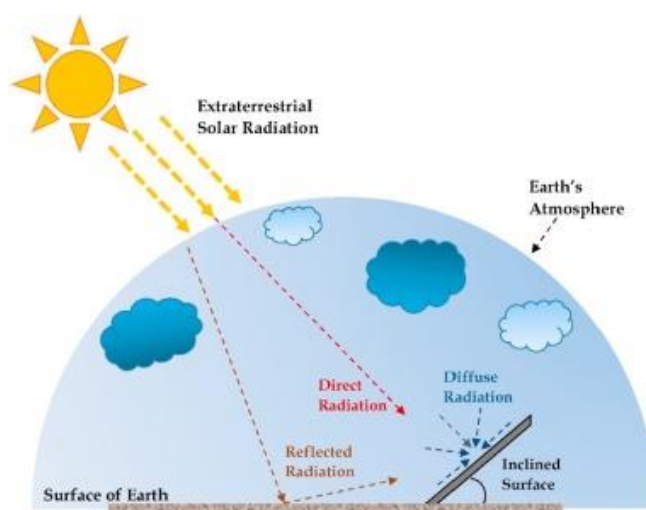


Figura 1- Ilustração da radiação solar e seus componentes

Fonte: (JAMIL; BELLOS, 2018)

Todos os modelos que calculam ou analisam a radiação solar global utilizam variáveis meteorológicas em sua equação. Para realizar uma simulação computacional de algum desses modelos, é preciso obter uma base de dados dessas variáveis, sendo uma dessas variáveis o valor da própria radiação ou variáveis meteorológicas básicas como temperatura, insolação, etc.

Ao redor do mundo existem várias estações meteorológicas medindo variáveis básicas, enquanto apenas algumas medem a já citada radiação solar global. Por esse motivo, diversos modelos empíricos de radiação global se baseiam nas variáveis básicas (CHEN, 2004).

Com o advento das estações meteorológicas automáticas, foram desenvolvidos aparelhos capazes de medir a radiação solar e armazenar tais dados. E por esse motivo, essas estações deixaram de medir os dados de insolação, que geralmente são medidos pelas estações convencionais (BLANCO; SENTELHAS, 2002).

Hoje em dia já possuímos mais estações automáticas do que convencionais, e cada vez mais esse número está aumentando. Então o foco principal do projeto é trabalhar com essas estações que fornecem dados sobre a radiação solar e utilizá-los em modelos matemáticos, para então analisar a efetividade do modelo naquela determinada região.

Além disso, atualmente, com o desenvolvimento e estudo de novas fontes de energia limpa e renovável, a energia solar é uma das principais escolhas e por isso existem muitas pesquisas sobre painéis solares. E para que tais estudos sejam realizados, possuir informações sobre a radiação solar que incide sobre uma determinada região, assim como a efetividade de um ou mais modelos, é fundamental.

2 PROBLEMA

Este trabalho visa enfrentar dois problemas, que são o levantamento de base de dados de radiação solar e também o desenvolvimento de softwares que usem esses dados para a execução de experimentos de simulação que permitam fazer previsões sobre ocorrências com esse parâmetro, o que pode ser útil em diversas áreas, como agricultura e energia.

Saber a radiação solar de um determinado local é de grande importância para algumas áreas do conhecimento, como no delineamento de sistemas de produção de energia

alternativa, nos cálculos de simulação de crescimento das culturas agrícolas, entre outras (ALMOROX et al., 2008). E nem sempre esse dado está disponível, pois as estações climáticas convencionais não possuem informações sobre a radiação solar, então é preciso fazer uma simulação computacional de um modelo que utilize outras variáveis (como temperatura e insolação) a fim de se obter uma estimativa da radiação solar daquele determinado local.

Estações Convencionais



Estações Automáticas



Figura 1- Ilustração comparativa entre as estações meteorológicas convencionais e automáticas no Brasil

Fonte: Mapas e informações do INMET, montagem editada pelo autor¹

Essas estações geram uma quantidade enorme de dados, sejam eles por hora, por dia ou por mês. Manipular e fazer a gestão desses dados é um desafio, pois muitas vezes não se tem um panorama geral, uma análise dos dados, sobre o que está acontecendo com a radiação solar daquele local. E ao analisá-los estatisticamente, através de uma simulação computacional, pode-se dar uma visão melhor para quem vai usar essas informações, seja na agricultura, na produção de energia ou na meteorologia.

Com base nestes dados, podem ser implementados programas que simulem os processos de radiação solar, visando previsões e tomada de decisões.

¹ Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/mapaEstacoes>> Acesso em 21 ago, 2019.

3 JUSTIFICATIVA

Simulando uma equação matemática usando dados reais, é possível fazer um paralelo entre a teoria e a prática, analisando o que pode ser melhorado e possibilitando a criação ou modificação de modelos, visando melhorar ainda mais os resultados obtidos.

Cada modelo possui a sua particularidade, pois foi criado, testado e calibrado em um determinado ambiente e em um determinado clima. Simulando este modelo em condições completamente diferentes, é possível fazer a sua validação e calibração.

“É importante ressaltar que os modelos são, em geral, restritos às condições para as quais foram desenvolvidos, apresentando problemas de transferabilidade, quando não devidamente calibrados” (BORGES et al., 2008).

E com o avanço da meteorologia aliada com a tecnologia, cada vez mais estações meteorológicas automáticas vão surgindo, trazendo novos tipos de dados e de forma automática (pois são conectados a um sistema de computadores e a um servidor). Sabendo disso, é preciso também avaliar a veracidade dessas medições, afinal, a quantidade de informações gerada é muito grande e torna-se muito complicado de gerenciá-las.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um software capaz de simular um ou mais modelos matemáticos de radiação solar e analisar a sua efetividade para uma determinada região, utilizando uma base de dados obtida através de estações meteorológicas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar e estudar os modelos matemáticos de radiação solar
- b) Estudar as dificuldades e grau de complexidade do software a ser construído

- c) Avaliar e conhecer as estações meteorológicas automáticas e convencionais, com o objetivo de compreender quais informações são medidas e fornecidas pelas mesmas
- d) Assimilar e analisar a grande quantidade de dados fornecidos pelas estações
- e) Planejar a estrutura e as tecnologias disponíveis do sistema a ser desenvolvido
- f) Programar o software e aplicar os dados no mesmo
- g) Analisar estatisticamente o resultado obtido e compará-lo a outros resultados de outras pesquisas, assim como com os dados de outras estações meteorológicas

5 MÉTODO DE PESQUISA

Para que seja possível o desenvolvimento do software, é preciso realizar uma coleta de dados que servirá como entrada para o programa. Para isso, precisa-se fazer um estudo sobre estações meteorológicas automáticas e convencionais, com o objetivo de obter informações sobre as variáveis medidas nessas estações.

O volume de dados a ser obtido é grande, então será usada uma base de dados histórica, fornecida por algumas dessas estações ou pelo órgão de gestão das mesmas. Para que tudo isso funcione corretamente, o estudo e análise devem ser bem completos para que não haja nenhum equívoco no tipo de dado coletado.

Após a coleta dos dados, é preciso identificá-los corretamente e separar as informações úteis, ou seja, as informações que serão usadas nos modelos analisados. A disposição dos dados irá depender de como o software vai ler essa entrada de dados, mas, inicialmente, eles devem ficar em forma de tabela.

Para o desenvolvimento do projeto, um estudo sobre tecnologias e ambientes de desenvolvimento será estudado. Pretende-se utilizar o software Matlab, que é voltado para o cálculo numérico e para a matemática.

A última fase do projeto terá como foco a implementação e teste do programa e a análise estatística dos resultados obtidos, comparando com resultados de outras pesquisas ou com dados reais obtidos através das estações.

6 CRONOGRAMA

- a) Estudar os modelos de radiação solar e as estações meteorológicas e definir qual ou quais utilizar
- b) Obter os dados das estações
- c) Planejar e estudar a estrutura e programação do(s) modelo(s) e do ambiente de desenvolvimento
- d) Implementação, aplicação dos dados e testes
- e) Análise e comparação estatística dos resultados obtidos
- f) Escrita da monografia

Tabela 1 – Cronograma de atividades

Etapas	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
a)	X	X							
b)		X	X	X					
c)		X	X	X					
d)			X	X	X	X			
e)					X	X	X		
f)						X	X	X	X

Fonte: elaborado pelo autor

REFERÊNCIAS

LIU, X. et al. *Calibration of the Angström-Prescott coefficients (a, b) under different time scales and their impacts in estimating global solar radiation in the Yellow River basin*. Agricultural and Forest Meteorology, v.149, p.696-710, 2009. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192308003031>>. Acesso em 21 ago. 2019.

GOMEZ, J.M. RODRÍGUEZ et al . *A irradiância solar: conceitos básicos*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 40, n. 3, e3312, 2018 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000300412&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 ago. 2019.

WONG, L.T.; CHOW, W.K.. *Solar Radiation Model*, 2001. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261901000125>>. Acesso em 21 ago. 2019

CARVALHO, DANIEL F. DE et al . *Coeficientes da equação de Angström-Prescott e sua influência na evapotranspiração de referência em Seropédica, RJ*. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 15, n. 8, p. 838-844, Ago. 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011000800011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 ago. 2019.

BLANCO, F. F.; SENTELHAS, P. C. *Coeficientes da equação de Angström-Prescott para estimativa da insolação para Piracicaba, SP*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, p.295-300, 2002.

BASHARAT, J.; BELLOS, E.. *Development of Empirical Models for Estimation of Global Solar Radiation Exergy in India*, Journal of Cleaner Production, 2018. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618329858>>. Acesso em 21 ago. 2019.

ALMOROX, J.; BENITO, M.; HONTORIA, C. *Estimation of global solar radiation in Venezuela*. INCI, v.33, p.280-283, 2008. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933408>>. Acesso em 21 ago. 2019.

BORGES, VALÉRIA P. et al . *Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia*. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 14, n. 1, p. 74-80, Jan. 2010 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 ago. 2019.