

ESTUDO DOS COMPONENTES ATMOSFÉRICOS SEGUNDO O MODELO DE TRANSMISSÃO SPCTRAL2

Rafaela T Alves¹, Germano P Guedes², Isadora T S Bastos³

1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: rafaelatalves@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: germano@uefs.br
3. Participante do Projeto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, e-mail: isadoratairinne@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Espectro Solar, Absorção Atmosférica, Concentração de Gases.

INTRODUÇÃO

A atmosfera terrestre é a camada gasosa que envolve a Terra e é composta por inúmeros gases que ficam retidos devido a força da gravidade e do campo magnético que a envolve. Para a atmosfera terrestre, a principal fonte de energia eletromagnética é a radiação solar, que é a energia emitida pelo Sol. Esta radiação ao atravessar a atmosfera sofre algumas alterações com as partículas e gases nela contida. Ao longo destas interações, a radiação solar produz, com os gases e partículas, espalhamentos e/ou absorções da mesma, que causam uma alteração no espectro solar extraterrestre, formando características com linhas e bandas de absorção, compatíveis com a concentração de cada um dos seus componentes opticamente ativos. Desta forma, procuramos estudar o efeito desses componentes na transmissão da radiação solar.

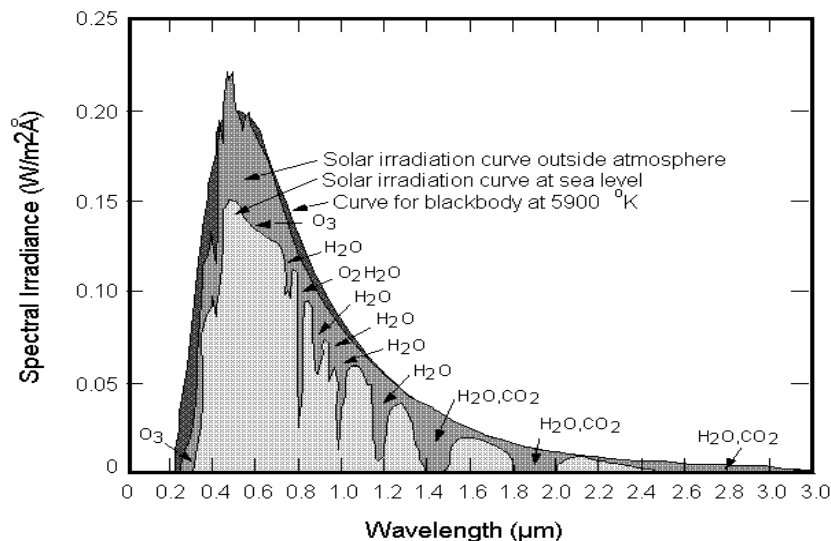


Figura 1: Espectro de radiação solar incidente na superfície terrestre e da emissão de um corpo negro a 5900 K. As bandas de absorção da radiação incidentes pelos diferentes gases que constituem a atmosfera.

Existem alguns modelos de transmissão atmosférica que tentam reproduzir esta atenuação calculando um possível espectro solar que chega a superfície terrestre, utilizando o espectro solar extraterrestre, os espectros de absorção moleculares e as concentrações ou características dos componentes opticamente ativos. Na figura abaixo é possível ver o espectro solar dentro da banda da luz visível (3850 – 6900 Å) com suas linhas de absorção. Nela estão alguns componentes como o Sódio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Na, Ca, Mg e Fe, respectivamente, que tem comprimentos de onda específicos.

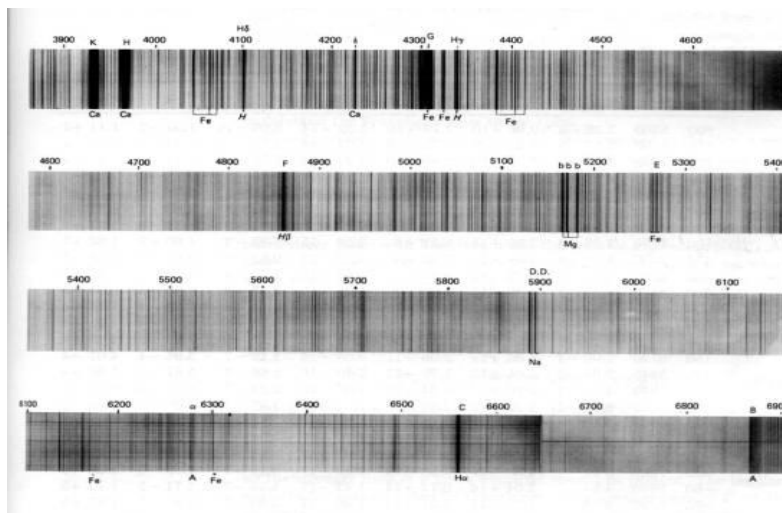


Figura 2: Espectro solar de absorção na banda de comprimentos de onda da luz visível (3850 – 6900 Å).

Existem alguns trabalhos, que ao invés de calcular um espectro na superfície terrestre, utilizam o modelo de transmissão atmosférica SPCTRAL2 (Bird, 1986) para determinar a concentração e características dos componentes opticamente ativos e o chamam de método de inversão. Para isto, invertem-se as equações do SPCTRAL2 e tem como incógnitas as concentrações do vapor de água (H_2O), do ozônio (O_3) e o tamanho e a saturação dos aerossóis, já que o espectro solar na superfície terrestre pode ser medido (BASTOS & GUEDES, 2011).

Este trabalho consiste em realizar alguns testes utilizando o espectro solar obtidos da *Solar Radiation Research Laboratory* do *National Renewable Energy Laboratory* – NREL, as equações do modelo SPCTRAL2, e estudar seu comportamento na atmosfera terrestre.

METODOLOGIA

Durante a execução do trabalho, estudamos alguns mecanismos básicos de absorção e de espalhamento da radiação solar, incluindo a Lei de Beer-Lambert, base de alguns modelos de transmissão. Esta lei explica que há uma relação exponencial entre a transmissão de luz através de uma substância e a concentração da substância, ou seja, descreve a atenuação da radiação por mecanismos de espalhamento e absorção considerando os efeitos espectrais. O modelo de transmissão atmosférica SPCTRAL2, traz a expressão para o cálculo da radiação direta em função do comprimento de onda λ para cada um dos componentes opticamente ativos da atmosfera. A intensidade solar na superfície da Terra, $I_d(\lambda)$, para o comprimento de onda λ é dado por:

$$I_d(\lambda) = H_0(\lambda) D Tr(\lambda) Ta(\lambda) Tw(\lambda) To(\lambda) Tu(\lambda) \quad (1)$$

no qual, H_0 é o espectro extraterrestre, D é o fator de correção da distância Terra-Sol, Tr , Ta , Tw , To e Tu são respectivamente, as funções de transmitância para o espalhamento Rayleigh, atenuação por aerossóis, absorção por vapor d'água, absorção por ozônio e absorção por gases uniformemente misturados, as expressões usadas para calcular os coeficientes foram propostas por Leckener (1978).

Conhecendo o espectro solar fora da atmosfera e a composição atmosférica, pode-se avaliar o espectro através de modelos de transmissão (figura 3.a), que utilizam como parâmetros de entrada o espectro extraterrestre, os espectros de absorção moleculares e as concentrações de cada um dos componentes opticamente ativos e, também é possível obter o espectro solar na superfície da Terra, medindo diretamente o espectro resultante da interação da radiação solar com a atmosfera com um espectrômetro calibrado (figura 3.b).

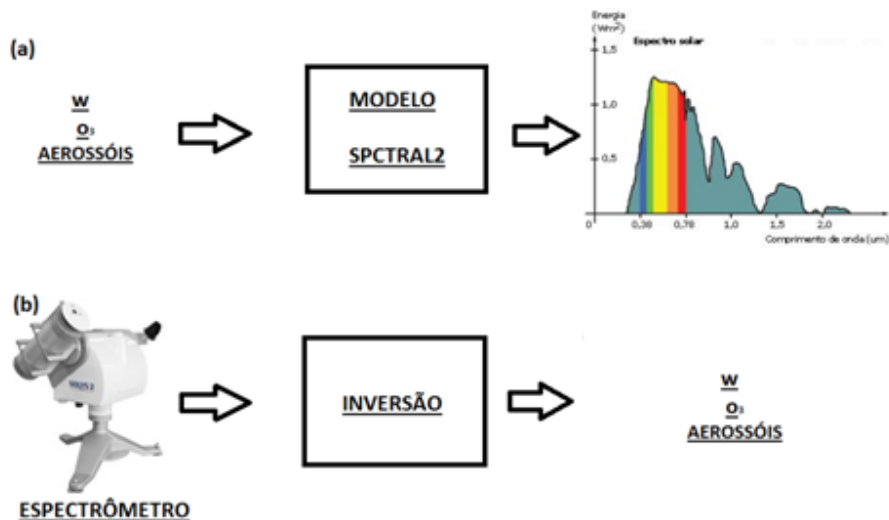


Figura (a) Esquema de funcionamento do SPCTRAL2, onde colocamos o valor da concentração de α , $\tau_{(0,5)}$, O_3 e W e calculamos o espectro direto. (b) Método de inversão, onde utilizamos um espectro medido ou calculado e encontramos os valores de α , $\tau_{(0,5)}$, O_3 e W .

Desta forma, iniciamos pelo espectro obtidos da estação *NREL*, contando com o software MATLAB 6.1 e as equações do modelo de transmissão atmosférico SPCTRAL2.

RESULTADOS

Com a ajuda do Software MATLAB 6.1, escrevemos o algoritmo que tem uma rotina e nos ajuda a encontrar os parâmetros fundamentais para o nosso trabalho. No primeiro programa, o espectro obtido da *NREL*, de qualquer dia, é gerado e nos dá como resultado as figuras abaixo.

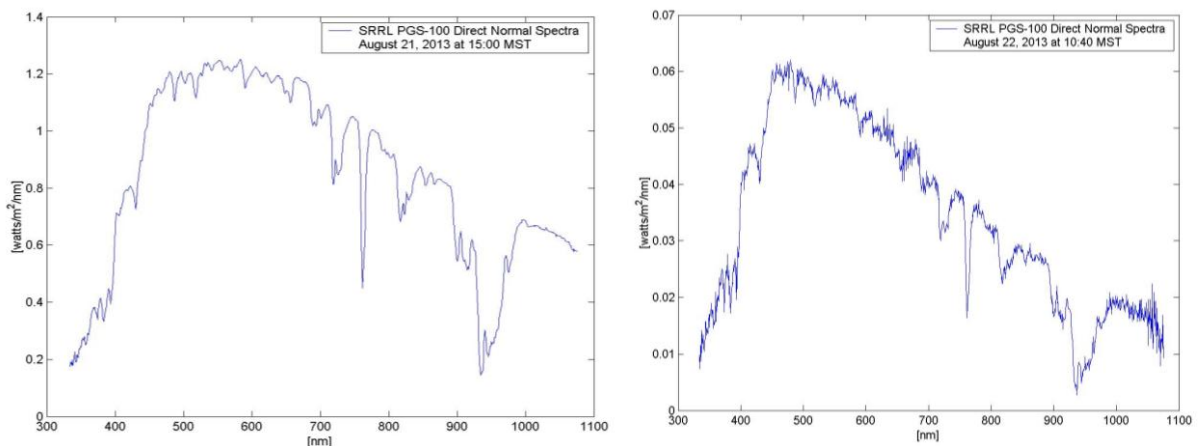


Figura 4: Espectro solar medido na superfície terrestre, nos dias 21/08/2013 e 22/08/2013, às 15h e às 10h40 respectivamente, gerados a partir do programa.

Estes espectros mostram o comportamento do espectro solar na superfície da Terra em diferentes dias e diferentes horários. A estação *NREL*, encontra-se nos Estados Unidos da América, onde tem uma latitude de 39.742° N, longitude de 105.18° W e altitude de 1828.8 metros. Esses parâmetros também são levados em consideração quando falamos do método de inversão.

Cada componente químico, como já foi dito, tem um comprimento de onda característico, e estes são parâmetros apresentados no programa SPCTRAL2. Com base nisso,

elaboramos um segundo programa que faz a interpolação desses comprimentos de onda com o espectro obtido da *NREL*.

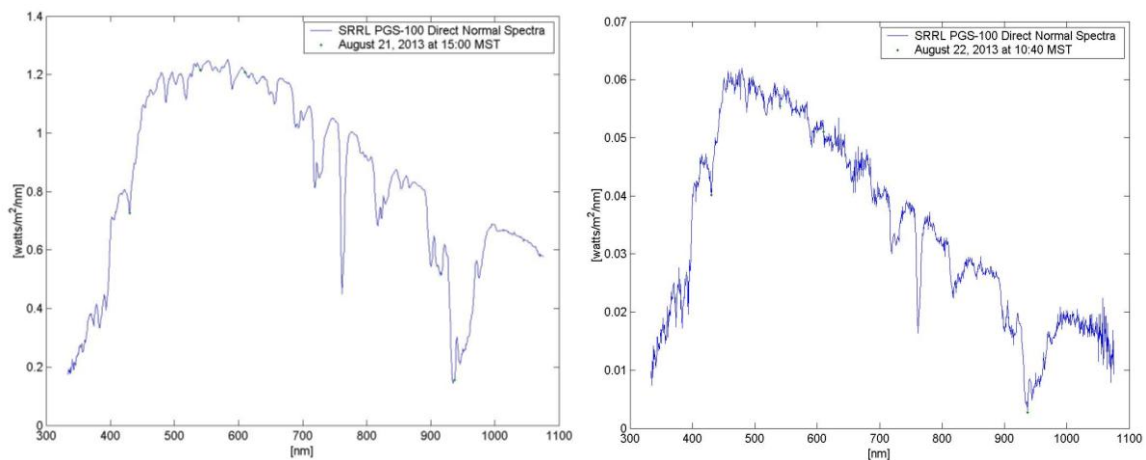


Figura 5: Interpolação do comprimento de onda característico de alguns componentes químicos com o espectro solar medido na superfície terrestre, nos dias 21/08/2013 e 22/08/2013, às 15h e às 10h40 respectivamente, gerados a partir do programa.

CONCLUSÃO

Utilizando o software MATLAB 6.1, podemos obter os espectros solares fornecidos pela *NREL*, para dias distintos, em diferentes épocas do ano.

Posteriormente, vamos utilizar o modelo SPCTRAL2 para analisar os parâmetros α , τ , O_3 e W , obtidos no processo de inversão, aplicá-los no conjunto de equação do modelo, calcular o espectro graficamente e estudá-lo juntamente com o espectro medido. Os resultados obtidos com o método de inversão serão analisados à luz dos parâmetros que descrevem as concentrações de gases da atmosfera opticamente ativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADESCU, V. (ed.) 2008. *Modelling Solar Radiation at the Earth Surface*. Berlin, Springer-Verlag, 517p.
- BASTOS, I. T. S.; GUEDES, G. P. 2011. Estudo dos efeitos da composição atmosférica na transmissão do espectro solar. In: XV Seminário de Iniciação Científica da UEFS, Feira de Santana.
- BIRD, R. E.; RIODAN, C. 1986. Simple solar spectral model for direct and diffuse irradiance Heinemann, 2a ed., 345p.
- MUNEER, T. 2004. *Solar radiation and daylight models*, Burlington, Elsevier Butterworth-on horizontal and tilted planes at the earth's surface for cloudless atmospheres. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, (25): 87-97.
- SOARES, A. E. B. A. 2010. Método de inversão para determinação de concentrações de vapor d'água, ozônio e aerossóis na atmosfera, a partir de sinais de um radiômetro de leds, em tempo real. Universidade Federal da Bahia, MSc. diss.