

# Análise de degenerescências no espectro roto-vibracional da água no Sol

Bruno Silva Leite<sup>1,2</sup> (PG)\*, Cristiano Costa Bastos (PQ)<sup>2</sup>, Antonio Carlos Pavão (PQ)<sup>1</sup>.

[brunoleite@ufrpe.br](mailto:brunoleite@ufrpe.br)

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

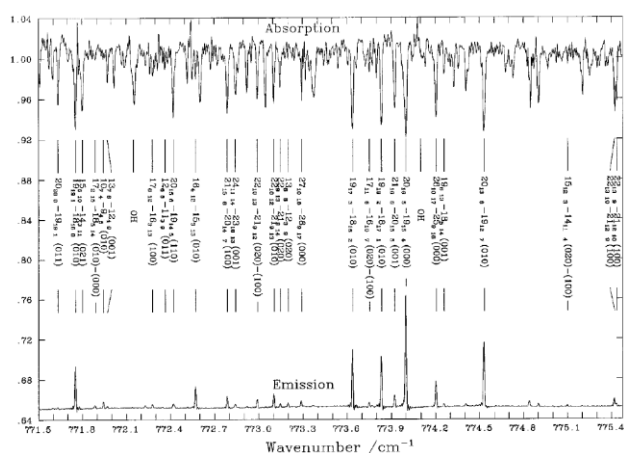
Palavras Chave: Água no Sol, espectro roto-vibracional

## Abstract

**Analysis of degeneracies in the rota-vibrational spectrum of water in the sun.** We identify new roto-vibrational transitions of water that are present in the spectrum of sunspots.

## Introdução

A molécula de água, a mais essencial de todas em nosso planeta, tem sido amplamente estudada, tanto no estado fundamental como em diversos estados excitados. A existência desta molécula em outras partes do universo é motivo de grande interesse por diversas razões. Em 1969, Wöhl, observando manchas solares, reportou a existência de água no Sol<sup>1</sup>. Estudos de Tennyson e Polyansky<sup>2</sup> buscam relacionar certas bandas dos espectros das manchas solares com modos roto-vibracionais da água. Não é uma tarefa simples calcular o espectro roto-vibracional da água nas condições do Sol, considerando que o campo magnético, temperatura, pressão e outras condições existentes no ambiente solar, podem ter influência na geometria dessa molécula. Neste trabalho, analisamos o espectro de absorção das manchas solares (Figura 1) e as atribuições dos números quânticos, dadas por  $J_{KaKc}$  (final) –  $J_{KaKc}$  (inicial) para vários estados vibracionais.



**Figura 1.** Na parte superior se apresenta o espectro de absorção das manchas solares e na inferior, para efeito de comparação, o espectro de emissão da água em laboratório (extraído da ref. 2).

Nesse sentido, verificamos que existem outros estados excitados que levam à transições com os mesmos comprimentos de onda atribuídos por Tennyson e Polyansky<sup>2</sup>. Além disso, identificamos algumas linhas que ainda não foram relatadas na literatura.

## Resultados e Discussão

A título de exemplo, a Tabela 1 mostra novos estados roto-vibracionais identificados no espectro de manchas solares, diferentes daqueles atribuídos por Tennyson e Polyansky<sup>2</sup>.

**Tabela 1.** Transições roto-vibracionais da água no espectro das manchas solares.

$1/\lambda$ (cm <sup>-1</sup> )	Calculada	Tennyson & Polyansky
772,0	12 <sub>11 1</sub> – 11 <sub>9 2</sub>	13 <sub>7 6</sub> – 12 <sub>4 9</sub> (001)
	12 <sub>11 2</sub> – 11 <sub>9 3</sub>	10 <sub>7 4</sub> – 9 <sub>4 5</sub> (010)
	21 <sub>1 20</sub> – 20 <sub>0 20</sub>	20 <sub>15 6</sub> – 19 <sub>14 5</sub> (110)
772,4	21 <sub>2 20</sub> – 20 <sub>1 20</sub>	12 <sub>6 8</sub> – 11 <sub>3 9</sub> (011)
	19 <sub>6 13</sub> – 18 <sub>4 14</sub>	
774,0	20 <sub>16 5</sub> – 19 <sub>15 5</sub>	20 <sub>16 5</sub> – 19 <sub>15 4</sub> (000)
	20 <sub>16 4</sub> – 19 <sub>15 4</sub>	

Além disso, certas transições no espectro experimental não foram ainda identificadas. A transição 775,0 cm<sup>-1</sup>, por exemplo, pode ser atribuída ao conjunto 27<sub>9 18</sub> – 26<sub>8 18</sub>, indicando que o espectro observado nas manchas solares ainda requer uma análise mais detalhada.

## Conclusões

Neste trabalho identificamos linhas do espectro roto-vibracional da água nas manchas solares que ainda não foram relatadas na literatura. Os resultados reforçam a hipótese de existência de água no Sol, mas indicam a necessidade de uma caracterização mais completa do espectro observado.

## Agradecimentos

CNPq.

<sup>1</sup> Wöhl, H. *Sol. Phys.* **1969**, 9, 394.

<sup>2</sup> Tennyson, J.; Polyansky, O. L. *Contemp. Phys.* **1998**, 39, 283.