

# Determinação do campo magnético de estrelas anãs brancas através do efeito Zeeman quadrático



AUTOR: Karin Wittmann Wilsmann, UFRGS  
ORIENTADOR: Kepler de Souza Oliveira Filho

## INTRODUÇÃO

Anãs brancas são as estrelas mais antigas do nosso Universo, que ainda podemos observar. Se soubermos sua massa, podemos inferir a idade do Universo, como já vem sendo proposto desde 1987. Estima-se que entre 4 e 10% das anãs brancas possui um campo magnético; também sabemos que o campo magnético pode interferir na análise dos dados, então, visando acurá-los, objetivamos aprimorar o estudo dos campos magnéticos relativamente baixos.

As anãs brancas estão esfriando, mas emitem radiação que pode ser interpretada através de seus espectros. Anãs com uma atmosfera de hidrogênio são chamadas DA's. O hidrogênio deixa marcas no espectro, conhecidas como linhas de absorção da série de Balmer no óptico. Essas linhas são bem definidas, porém, quando a estrela tem campo magnético ocorrem deslocamentos dos centros das linhas de absorção, proporcionais ao quadrado do campo magnético - Efeito Zeeman Quadrático (Figs. 1 e 2). Então, escolhemos verificar este efeito nas estrelas e usá-lo como uma ferramenta para determinar tais campos.

## METODOLOGIA

Analisamos o desvio quadrático em espectros de DA's, obtidos por telescópios do projeto Sloan Digital Sky Survey e do ESO, European Southern Observatory. Entre aproximadamente 500 espectros, estudamos aqueles com campo magnético pré-estimado abaixo de 8MG (megagauss) e com razão sinal/ruído acima de 12. Considerando que o desvio procurado é pequeno desenvolvemos o seguinte método para conferir o efeito quadrático: segmentar o gráfico em intervalos, tantos quantos forem necessários para representar o contínuo do espectro por curvas. Normalizá-los, e então, usando curvas gaussianas, definir os centros das linhas de absorção (Fig. 3). Com os dados levantados, corrigir o efeito Doppler e identificar os desvios. Finalmente infere-se o campo magnético da estrela.

## CONCLUSÃO

Obtivemos bons resultados. Já foi possível verificar o efeito quadrático para 101 anãs brancas. Essa é a primeira vez que o Efeito Zeeman Quadrático é medido em estrelas. Assim, além de termos verificado a teoria, encontramos mais uma ferramenta para medir o campo magnético baixo das DA's, o que abre caminhos para medidas mais acuradas de suas massas.

Imagem de fundo: Nebulosa Planetária NGC 3132.  
Crédito: NASA & The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

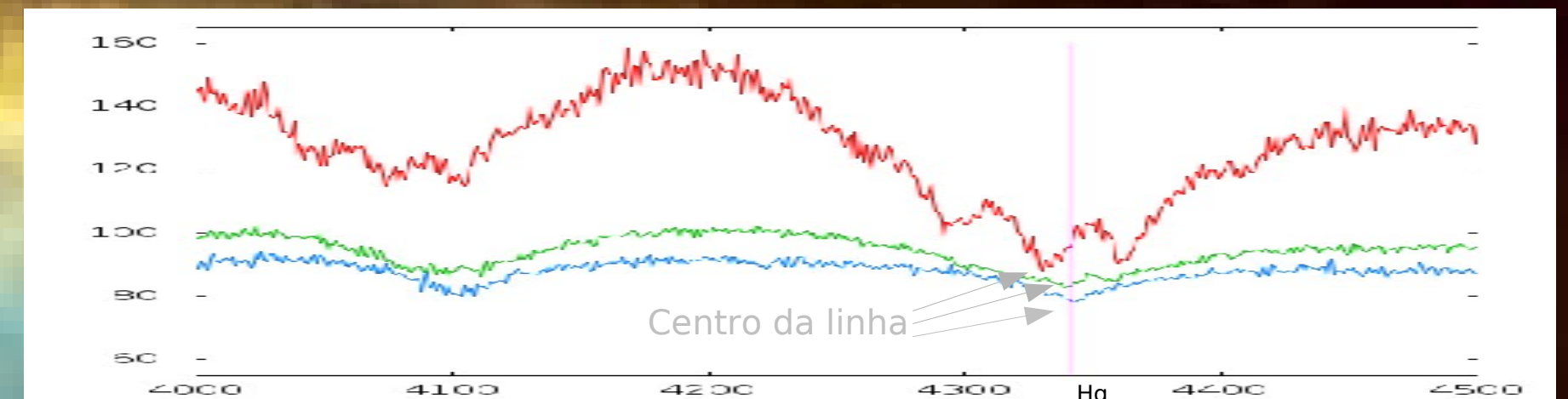


Figura 1: Espectro de 3 estrelas com linha de hidrogênio H gama = 4341,73 (Å)

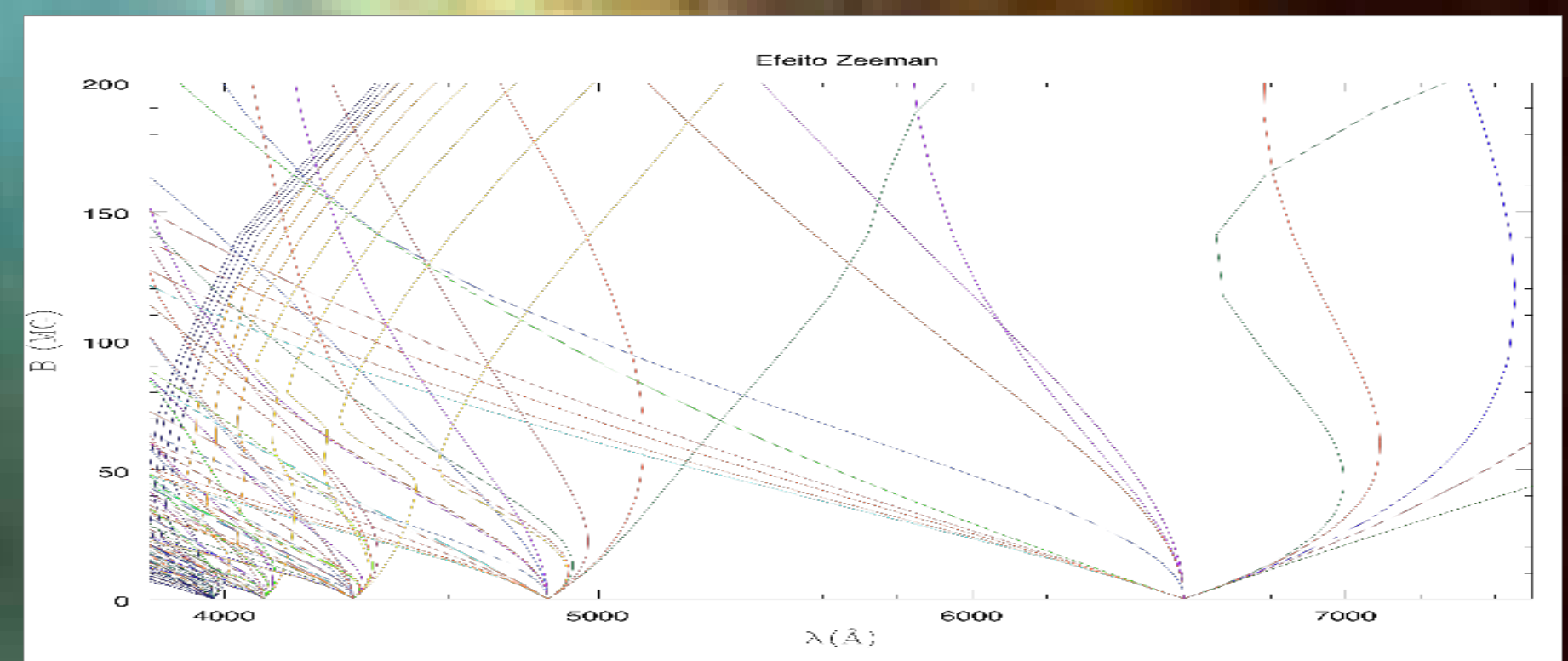
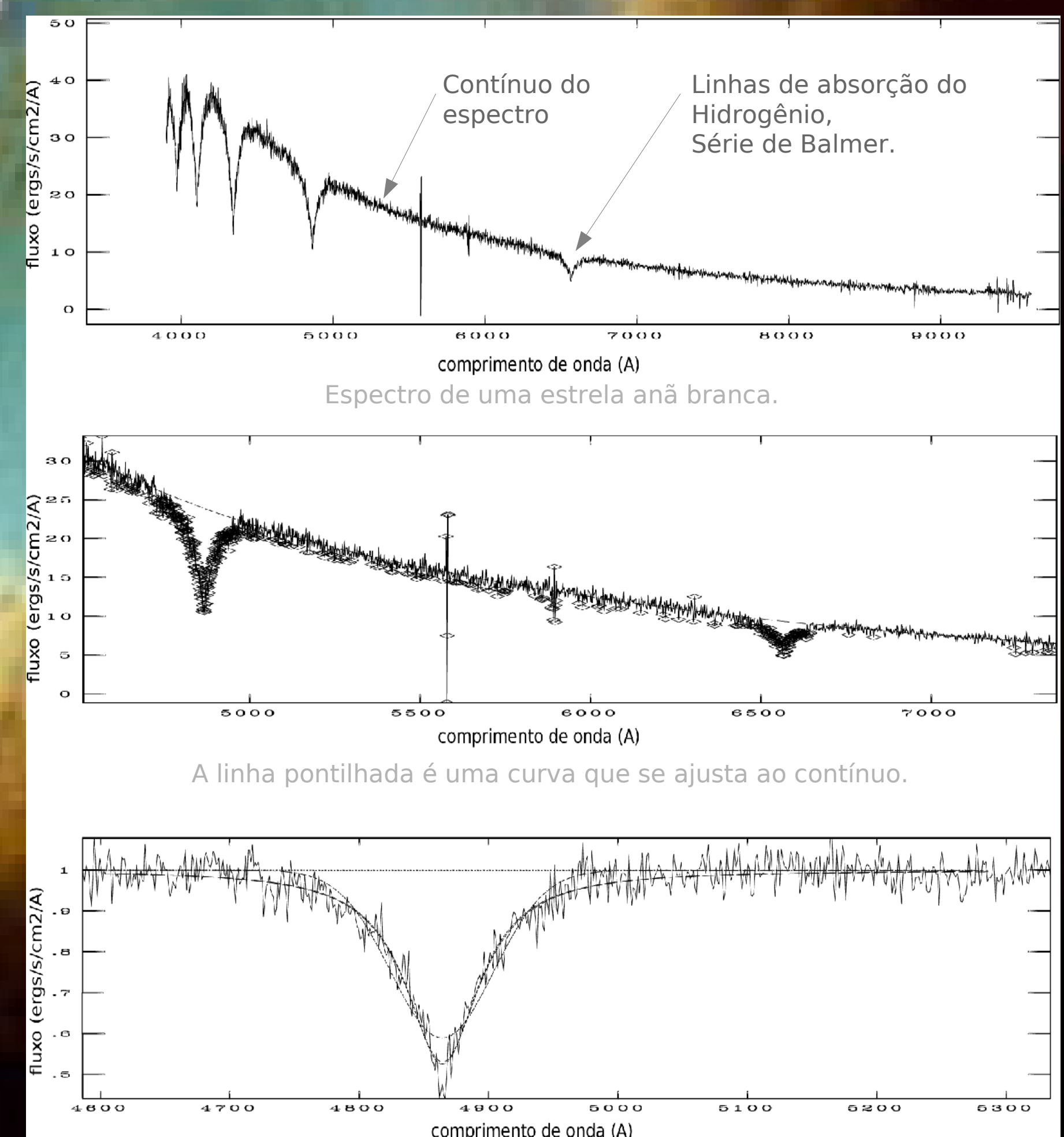


Figura 2: modelo calculado para a separação das linhas espectrais (efeito Zeeman) da série de Balmer causadas por Campo Magnético dipolar. Fonte: Ruder, H.; Wunner, G.; Herold, H.; Geyer, F. *Atoms in Strong Magnetic Fields: Quantum Mechanical Treatment and Applications in Astrophysics and Quantum Chaos*.



Após normalizado, foram ajustadas curvas: gaussiana, lorentziana e voigt, para determinar o centro da linha.

Figura 3: Sequência de ajustes para determinação do centro das linhas de Hidrogênio.

### Referências:

1. Zeeman, Pieter (February 1897). "The Effect of Magnetisation on the Nature of Light Emitted by a Substance". *Nature* 55 (1424): 347
2. Jenkins, F.A.; Segrè, E. "The Quadratic Zeeman Effect", 1939Phr v55 52]
3. Garstang, R.H. "Atoms in high magnetic fields", *Rep.Prog.Phys.* 1977 40 105-154
4. <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>
5. Ahamad, Ishaq. "Magneto-optical absorption spectroscopy with synchrotron radiation, 1994.



MODALIDADE  
DE BOLSA

INICIAÇÃO CIENTÍFICA