

<u>ESPECTROFOTOMETRIA DE UU AQUARII</u>

Filipe Fontanela, Raymundo Baptista & Tiago Ribeiro.

Departamento de Física – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)



1 - INTRODUÇÃO

Variáveis cataclísmicas (VCs) são sistemas binários semi-ligados onde uma estrela anã ou gigante (secundária) preenche seu *lobo de Roche* e transfere matéria para uma anã branca (primária) devido a atração gravitacional existente no sistema. A intensidade do campo magnético da primária define a forma de acresção; via funís (B \approx 10 – 80 MG) ou via disco de acréscimo (B < 10 MG) (Warner 1995).

UU Aquarii é uma VC novóide relativamente brilhante ($V \approx 13.5 \text{ mag}$). Possui período orbital de 3.92 horas, razão de massa q=0.3 (Baptista, Steiner & Cieslinski 1994) e se encontra a uma distância $D = (200 \pm 70)$ parsecs (Baptista et al. 2000). Durante as noites de 23 a 25 de setembro de 2008 foram coletados dados de espectroscopia óptica do objeto, visto que o mesmo se encontrava em um estado de brilho nunca antes observado (via análise das curvas de luz do AAVSO). Com o objetivo de estudar a estrutura do disco de acréscimo do sistema nesse estado de brilho não usual, foi coletado um conjunto de dados espectrofotométricos. Neste trabalho apresentamos os problemas encontrados durante os precedimentos padrões de redução de dados. Para solucionar este problema foram utilizados os espectros da estrela de comparação, identificando linhas de absorção da estrela e aplicando as soluções (Fig.2) ao conjunto de espectros de UU Aquarii. Utilizando dados do telescópio Perkin & Elmer de 1.6 metros, estimamos a velocidade γ (~ 0 km/s) e assim adotamos $\lambda_{identificado} = \lambda_{repouso}$.



2 - OBSERVAÇÕES DE UU AQUARII

Séries temporais de espectro-fotometria de UU Aqr foram obtidas com o espectrógrafo Goodman/SOAR na região espectral de 3550 – 6300 Å (dispersão de 1.3 Å/pixel). Os dados coletados cobrem 2 ciclos orbitais completos e 4 eclipses (dois deles com cobertura completa em fase). A Tabela 1 mostra o diário das observações.

Tabela 1 - Diário das observações.

Data	Horário de Obs. (UT)	t_{exp} (s)	$\sec z$	N^0 espectros
23/09/2008	01:50 - 06:09	20	1.15 - 1.81	506
24/09/2008	23:44 - 05:56	20	1.12 - 1.74	750
25/09/2008	23:39 - 05:19	60	1.13 - 1.51	12

Uma estrela de comparação próxima foi incluida junto com a variável na fenda para permitir verificar e corrigir variações na transparência do céu ao longo das monitorias, refinando assim a calibração absoluta.

<u>3 - REDUÇÕES E OS PROBLEMAS NA CALIBRAÇÃO EM λ</u>

A redução de dados foi feita com o pacote IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Inicialmente, os dados tiveram correções de bias e flatfield. O flatfield foi obtido combinando as imagens de flat e depois normalizando na direção da dispersão. Para a calibração em comprimento de onda, parte delicada na redução dos dados, tentou-se utilizar as lâmpadas de calibração de HgAr, fornecida com o pacote de dados (Fig. 1). Porém devido a pobreza no número de linhas de emissão na faixa espectral observada (3550 – 6300 Å), torna-se muito difícil (ou até inviável) obter soluções satisfatórias para o conjunto de dados. Observando os espectros das lâmpadas encontramos apenas 6 linhas de emissão de Hg (Fig. 1), não vemos linhas de emissão de Ar e em particular, existe uma grande lacuna entre aproximadamente 4400 e 5400 À no qual não existe nenhuma linha confiável para a calibração. A calibração é ainda mais crítica quando observamos a forma altamente não linear da função de calibração $\lambda = f(pixel)$ (Fig. 1). Para ajustar satisfatóriamente as poucas linhas identificadas é necessário utilizar uma função spline cúbica, o que produz grandes incertezas na região central do espectro (onde não existe linha de emissão identificada para guiar a função ajustada). Assim, apesar de se obter soluções com dispersão relativamente baixa (0.03 Å), os espectros calibrados de UU Aqr mostram desvios médio de 15 Å para as linhas de emissão de Hβ e Hγ (Fig. 1).

Figura 1 – Esquerda superior – Espectro da estrela de comparação (as barras verticais mostram as linhas utilizadas para a calibração). Esquerda inferior – Linha de emissão de Hélio I de UU Aqr (a linha tracejada mostra o comprimento de onda estacionário de HeI). Direita superior - Linha de emissão de Hβ de UU Aqr (a linha tracejada mostra o comprimento de onda estacionário de Hβ) Direita inferior – Componente não linear da função ajustada em função de λ.

4 - CALIBRAÇÃO ABSOLUTA

Para a calibração em fluxo foram utilizadas as padrões espectrofotométricas *LTT 7987* e *Feige 110* (*Baldwin & Stone 1984*). Após derivar a sensibilidade e a extinção atmosférica como função de λ , os espectros foram corrigidos em fluxo. A Figura 3 mostra a precisão na calibração final. A partir dela podemos notar que a precisão é de ~ 1,5% na região central do espectro e degrada para ~ 3,0% nos extremos (extremo azul devido à sensibilidade do CCD, e extremo vermelho devido





5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Este trabalho visa um estudo espectrofotométrico de UU Aquarii. O conjunto de 1268 espectros coletados em três noites consecutivas com o telescópio SOAR apresentou uma grande dificuldade na calibração em comprimento de onda. Utilizando as linhas de absorção da estrela de comparação, incluida na fenda inicialmente para auxíliar na calibração fotometrica, conseguimos solucionar o problema da calibração espectroscópica. Estes dados nos permitirão realizar um estudo detalhado das condições físicas no disco de acréscimo de UU Aqr com técnicas de imageamento indireto.

Figura 1 – Esquerda superior – Espectro da lâmpada de HgAr. Esquerda inferior – Linha de emissão de Hélio I de UU Aqr (a linha tracejada mostra o comprimento de onda estacionário de Hel). Direita superior - Linha de emissão de Hβ de UU Aqr (a linha tracejada mostra o comprimento de onda estacionário de Hβ) Direita inferior – Componente não linear da função ajustada em função de λ.

<u>6 - REFERÊNCIAS</u>

Warner, B., 1995. Cataclysmic Variable Stars (Cambridge: Cambridge University Press)

Baptista, R., Steiner, J. E., & Cieslinski, D., 1994. ApJ, 433, 332 Baptista R., Silveira C., Steiner J. E., & Horne K., 2000. MNRAS, 314, 713 Baldwin, J.A & Stone, R.P.S., 1984. MNRAS, 241, 245