

Resumo

Apresentamos resultados da busca de periodicidades nos dados espectroscópicos e fotométricos para o objeto V1082 Sagittarii. Aplicamos o método PDM (Phase Dispersion Minimization) do IRAF, nos dados de velocidade radial e nos dados fotométricos para descobrir alguma recorrência ou periodicidade nestes dados. Encontramos mais de um candidato ao período orbital, tanto para os dados espectroscópicos, como para os dados fotométricos. Construimos diagrama de fase para todos estes candidatos.

1. Introdução

A maior parte das estrelas constituem sistemas múltiplos com muitas delas pertencendo a sistemas binários. Num sistema binário uma estrela pode transferir massa para a companheira, neste caso o sistema é conhecido como binária de contato. Uma das classes de sistema binário são as variáveis cataclísmicas, onde uma das estrelas é uma anã branca. As variáveis cataclísmicas são binárias onde uma das estrelas se expande até ocupar o lóbulo de Roche, todo o material excedido é capturado pela estrela primária, a de maior densidade. A matéria é acretada através de um disco de acréscimo que se forma em torno da anã branca, se esta apresentar um campo magnético forte, a matéria será acretada através de colunas de acreção que seguirão as linhas de campo até os pólos magnéticos da anã. O campo magnético nas anãs de variáveis cataclísmicas magnéticas pode variar de 5 -100 MG [1]. As colunas de acréscimo e os discos de acréscimo emitem copiosamente radiação contínua e em linhas. A Figura 1 representa esquematicamente uma variável cataclísmica.

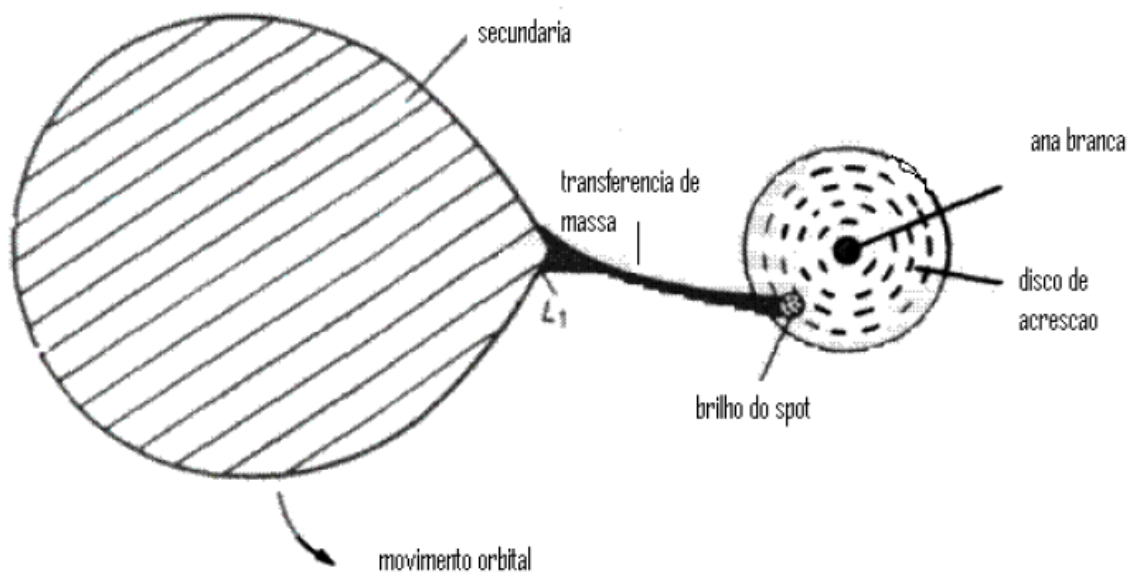


Figura1: Representação de uma variável cataclísmica [1].

A posição das linhas espectrais do espectro de um sistema binário pode apresentar deslocamentos periódicos. Esse deslocamento das linhas é causado pelo efeito Doppler [2]. As linhas presentes num espectro estelar podem ser identificadas a partir da posição relativa das linhas de um espectro de comparação. A velocidade radial pode ser obtida através da relação [3]

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \gamma \frac{V_r}{c} \sin(i) \quad (1)$$

onde $\Delta\lambda$ é o deslocamento da linha espectral, λ é o comprimento de onda teórico, γ é o fator de Lorentz, para o caso relativístico, V_r é a velocidade radial, c é a velocidade da luz, e i é o ângulo de inclinação da órbita em relação a linha de visada ao observador. A curva de velocidade radial é uma tabulação do deslocamento Doppler das linhas espectrais da fonte em função do tempo ou da fase orbital. A fase orbital pode ser calculada usando a relação [4]

$$\Phi = \frac{t - t_0}{P_{or}} - int \left[\frac{t - t_0}{P_{or}} \right] \quad (2)$$

onde t , é o instante da observação, t_0 é a época de referência, P_{or} é o período orbital e o segundo termo do lado direito é um valor inteiro que descreve o número de ciclos desde a época de referência. A época t_0 e o tempo t são expressos em dias julianos heliocêntricos. A data juliana é o número de dias solares médios decorridos desde o início da era juliana, em 1 de janeiro de 4713 a.C.. Data juliana heliocêntrica seria a data juliana medida por um observador posicionado no centro do Sol [3] . Como a luz viaja do Sol para a Terra em cerca de oito minutos, a correção pode ser significativa para objetos na direção da eclíptica que apresentam fenômenos oscilatórios de curto período. O espectro de V1082 Sagittarii apresenta o dubleto do Sódio (NaI D) em absorção na região entre 5880Å e 5900Å, e a linha do He I 5876Å em emissão.

2. Resumo do plano de trabalho

Primeiramente preparamos os dados espectroscópicos e fotométricos de V1082 Sagittarii, onde as velocidades radiais foram calculadas anteriormente. Foi feita uma busca de periodicidade nestes dados usando o método PDM.

3. Atividades de pesquisa

Foram analisados um total de 116 espectros do sistema binário V1082 Sagittarii obtidos em 1990, 1991 e 1992 com o telescópio de 1,60 m localizado no Observatório Pico dos Dias, pertencente ao Laboratório Nacional de Astrofísica/MCT. A Tabela 1 nos dá os dias de observação (HJD), o número de espectros tomado em cada dia, seus tempos de exposição em segundos, o intervalo em comprimento de onda dos espectros em angstroms (Å), e a dispersão (Å/pixel).

Data(HJD)	N.de espectros	T.de exposição(s)	Int.espectral(Å)	Dispersão(Å/pixel)
10/09/1990	4	600/1200	5615-6268	1.29
11/09/1990	14	1200		
12/09/1990	9	1200		
07/06/1991	20	600/900/1200		
09/06/1991	16	900		
08/05/1992	2	900		
09/05/1992	12	900		
18/06/1992	18	600		
19/06/1992	21	600		

Tabela1- V1082 Sagittarii : espectroscopia.

A Figura 2, mostra um dos espectros deste objeto.

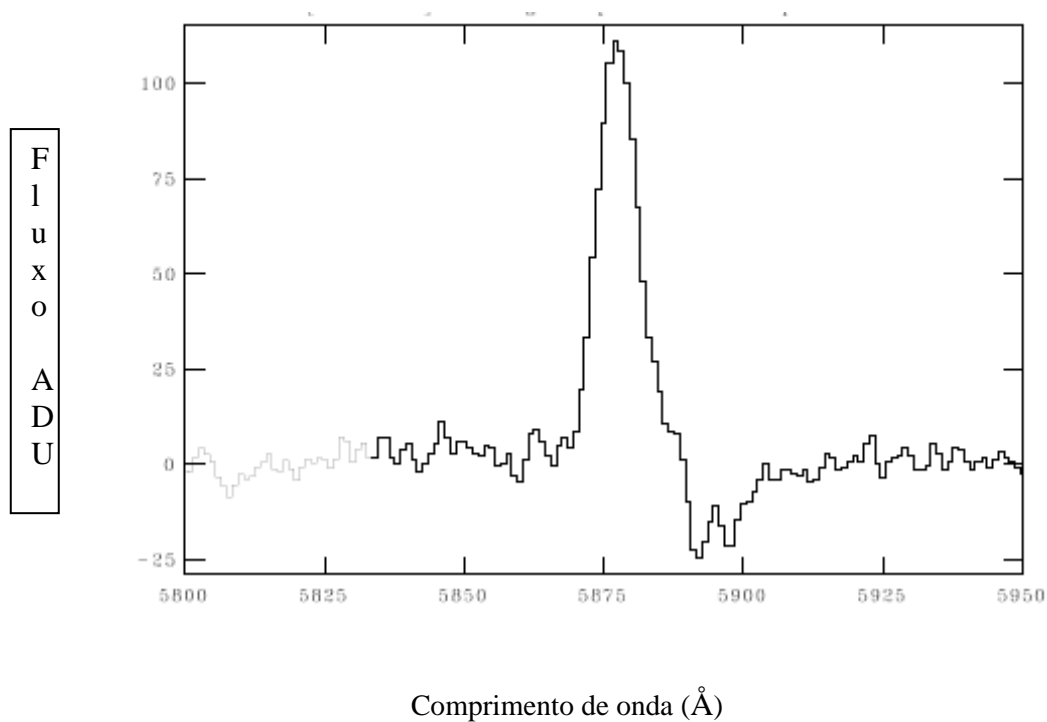


Figura 2 : Espectro de V1082 Sagittarii na região do duplete do NaI .

A Tabela 2 se refere aos dados fotométricos e nos dá os dias de observação, o número de imagens tomadas em cada dia, assim como os tempos de integração, filtros CCD e câmera utilizada.

Data(HJD)	Instrumento	T.I.(s)	Filtro	N.de pontos	Campo
12-13/07/1989	C.direta1	180	clear	6	(minutos de arco)
14-15/07/1989	+ CCD009	240	clear	96	3.88 X 5.83
16-17/07/1989		180	clear	151	
18-19/07/1989		150	clear	175	
27-28/06/1990		180	I	69	
04-05/08/1992		180	I	107	
06-07/08/1992		180	I	129	
29-30/08/1992		180	I	67	
28-29/06/1993		300	I	61	
29-30/06/1993		300	I	54	
30-31/07/1993		300	I	75	

Tabela 2 - V1082 Sagittarii: Fotometria.

O objetivo agora é fazer uma busca de periodicidades nos dados, usando o método PDM, estes devem ser testados por uma função que seja sensível a sinais periódicos. Espera-se que a função, aplicada aos dados, atinja um extremo quando o período tentativo (aplicado a função) estiver próximo do período da série temporal [5]. O passo seguinte é analisar a curva em fase gerada com o período detectado. Com os valores de velocidade radial anteriormente obtidos listamos cada espectro com os valores de HJD e velocidades correspondentes. Fez-se uma busca de períodos usando o método PDM nesses dados. O exame detalhado dos espectros que apresentavam grandes desvios com relação ao melhor candidato a ser o período orbital do sistema mostrou que a maior parte dos casos, os grandes desvios estavam associados a espectros de baixa qualidade, onde o duplete do NaI ou não se mostrava separado, ou sequer se apresentava facilmente distinguível. Para refinar a procura do período orbital de V1082 Sgr, dividimos os espectros em três classes: aqueles em que o duplete era facilmente visível, aqueles em que era invisível e casos intermediários. A Figura 3, mostra o diagrama de fase para o conjunto de espectros onde o duplete do NaI é facilmente visível.

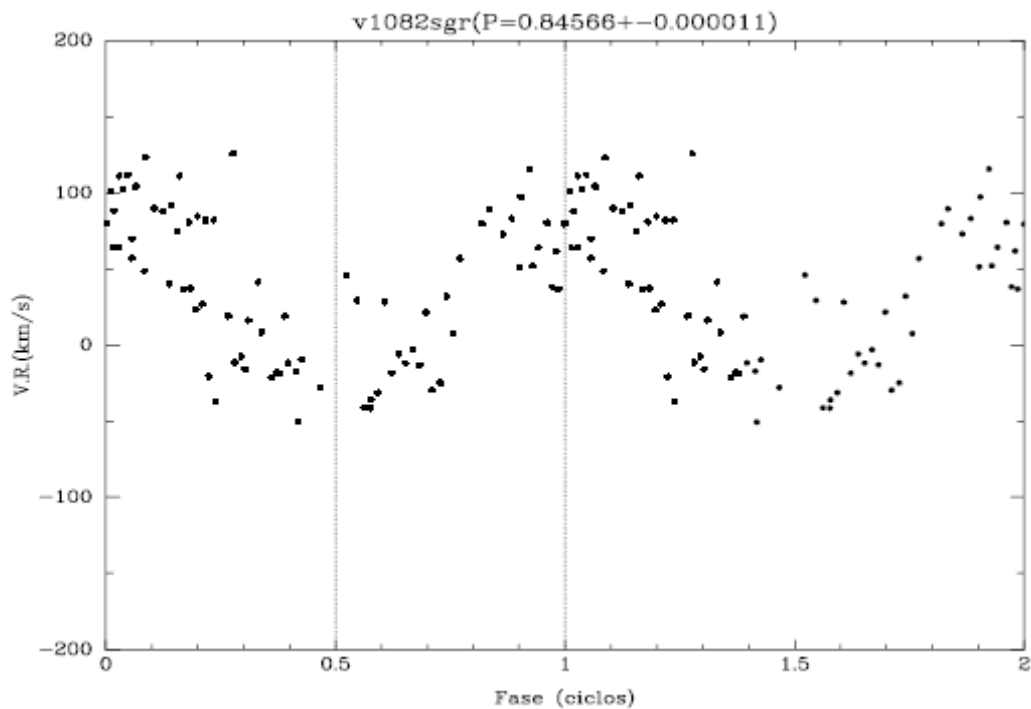


Figura 3 : Diagrama de fase de V1082 Sgr para o período de (0.84566 ± 0.00001) d.

Com esse novo conjunto de espectros fizemos uma nova busca de periodicidade usando o método PDM. Este método apontou alguns candidatos para o período orbital. Entre estes os que apresentam melhores curva de velocidade radial são 0.85879, 0.85895, 0.86457 e 0.87279, todos em dias, a incerteza desses valores é de aproximadamente ± 0.00001 . A Figura 4, mostra o diagrama de fase de V1082 Sgr para um outro dos candidatos, 0.85879d, para ilustrar que com os dados disponíveis no momento não é possível identificar sem ambiguidade o valor do período orbital de V1082 Sgr.

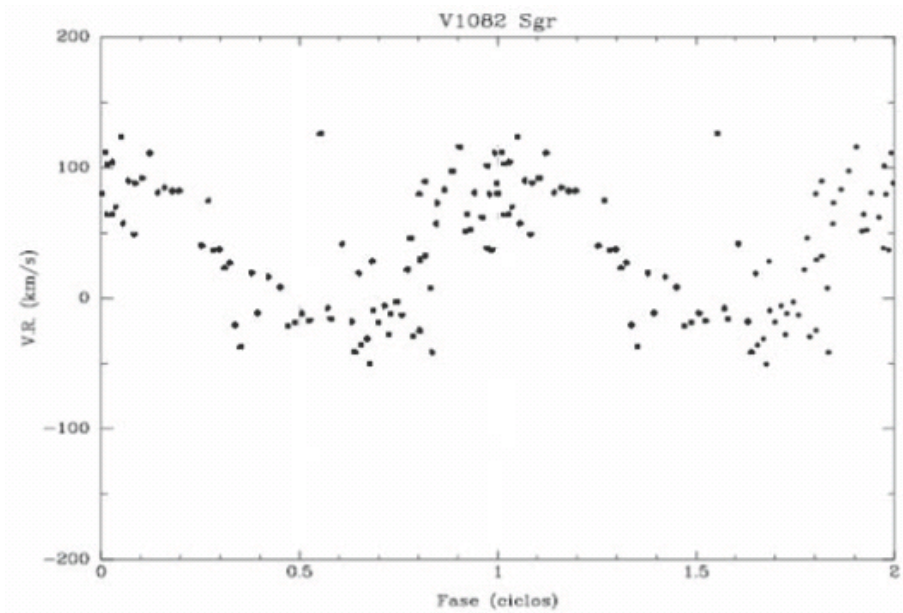


Figura 4: Diagrama de fase de V1082 Sgr para o período de (0.85879 ± 0.00001) d.

Quanto aos dados fotométricos separamos em dois conjuntos, um correspondente as observações sem filtro (clear), e o outro com filtro I. Aplicamos o método PDM nestes dois conjuntos. Para o conjunto sem filtro o melhor valor para o período detectado foi o de (0.8672 ± 0.0002) d. A Figura 5, mostra o diagrama de fase de V1082 Sgr usando o período de 0.8672 ± 0.0002 d.

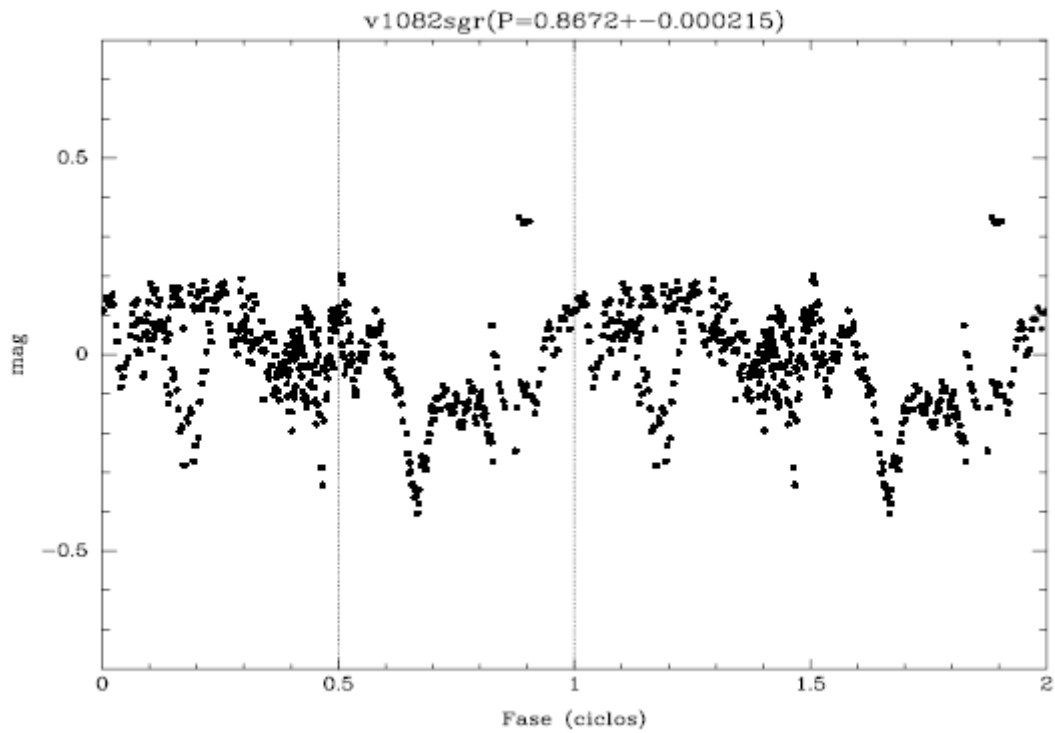


Figura 5: Diagrama de fase de V1082 Sgr para o período de (0.8672 ± 0.0002) d.

Para o conjunto com o filtro I os melhores candidatos ao período orbital que foram detectados são 0.4006, 0.5027, 0.6658 e 1.1178, todos em dias, a incerteza para estes valores é de aproximadamente ± 0.0004 . A Figura 6, mostra o diagrama de fase usando o candidato 0.5027 ± 0.0004 d.

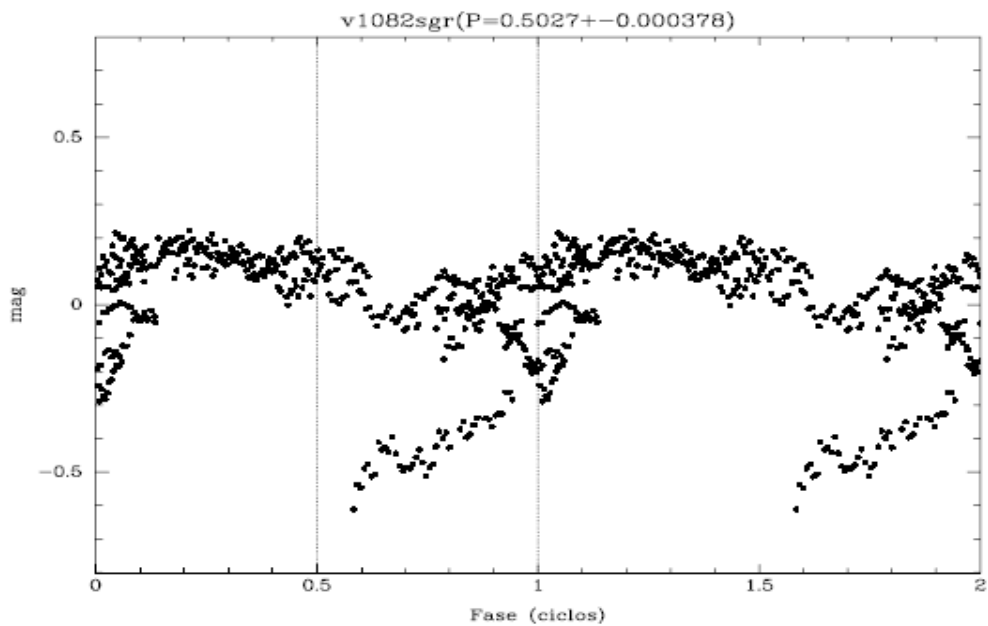


Figura 6: Diagrama de fase de V1082 Sgr para o período de (0.5027 ± 0.0004) d.

Com os candidatos ao período orbital obtidos com a aplicação do método PDM nos dados de velocidade radial construímos diagramas de fase para os dados fotométricos. A Figura 7, mostra o diagrama de fase usando o período espectroscópico (0.8727 ± 0.0004) d, nos dados fotométricos para o filtro I.

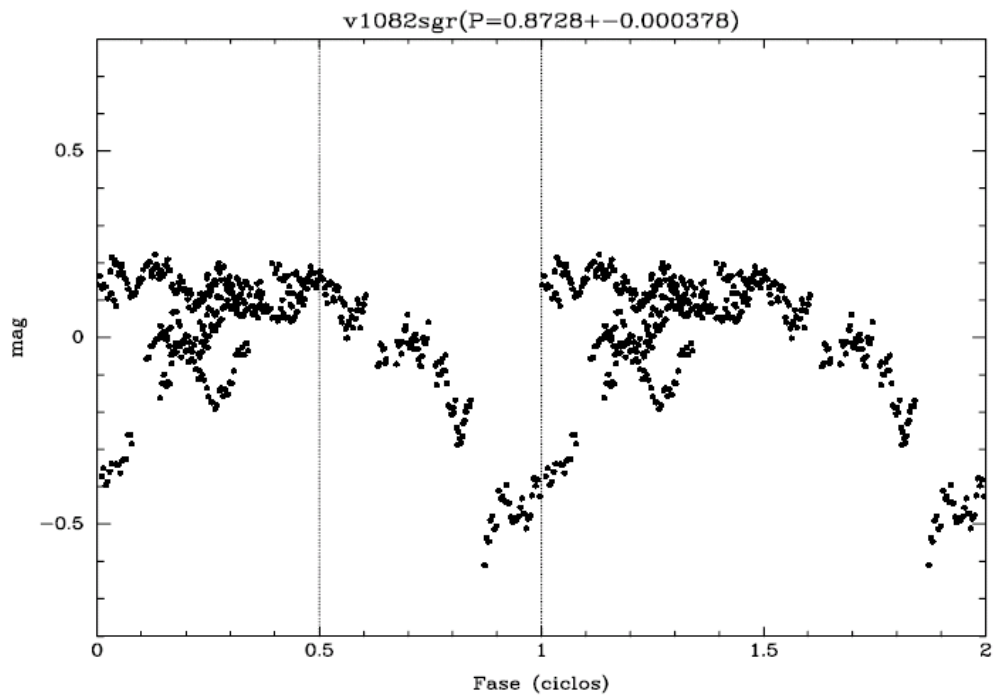


Figura 7 : Diagrama de fase de V1082 Sgr para o período de (0.8728 ± 0.0004) d

Também construímos diagramas de fase para os dados espectroscópicos usando os candidatos ao período orbital obtidos a partir dos dados fotométricos. A Figura 8, mostra o diagrama de fase usando o período fotométrico (0.86725 ± 0.00001)d, nos dados de velocidade radial.

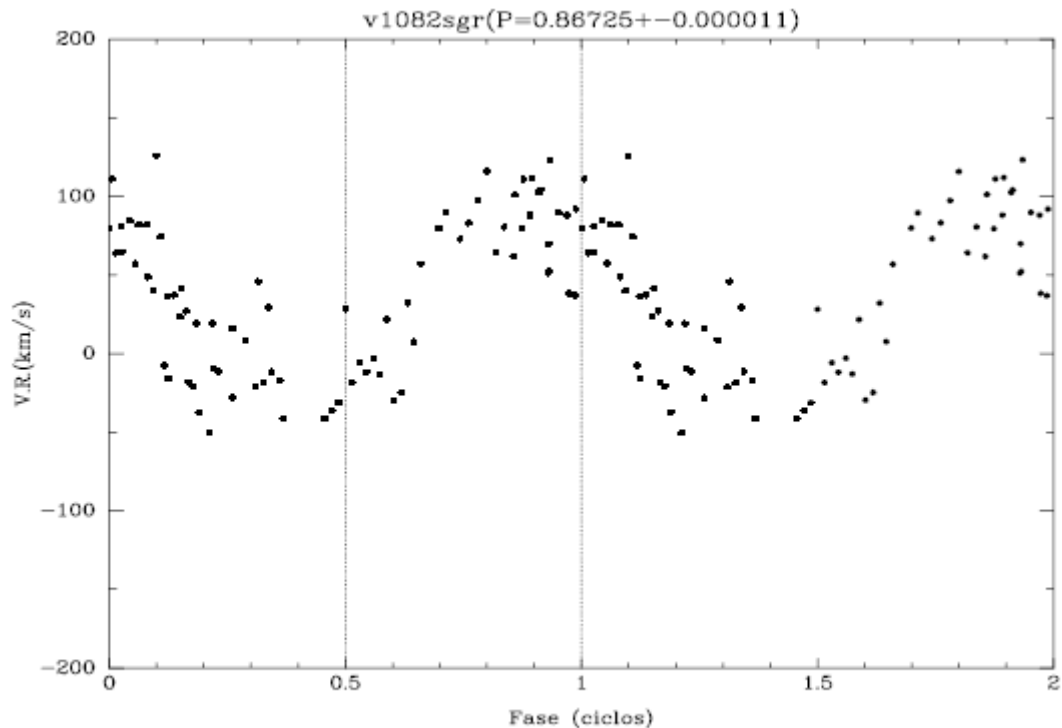


Figura 8: Diagrama de fase de V1082 Sgr para o período de (0.86725 ± 0.00001) d.

4. Estudo Dirigido

O estudo dirigido realizado paralelamente a este trabalho de pesquisa tem como objetivo auxiliar na compreensão desta pesquisa, bem como no aprofundamento em astrofísica. Foi estudado o capítulo que descreve os métodos de busca de periodicidade em dados astrofísicos da tese de mestrado de Carlos Eduardo Lohse Resende [5].

5. Atividades Futuras

Planejamos fazer a identificação de fases fiduciais, como os instantes de passagem de "blue-shift" para "red-shift" nas curvas de velocidade radial e de mínimo ou máximo nas curvas fotométricas. Faremos a identificação dos candidatos mais consistentes em termos de velocidade radial, fotometria e para os quais as fases fiduciais sejam consistentes.

6. Referência

[1] Warner B., 1995, Cataclysmic Variables Stars. Cambridge University Press, Cambridge

[2] Smith, Robert C., 1995, Observational Astrophysics. Cambridge University Press, Cambridge

[3] Kepler S.O.F., Maria F.O.S., Fundamentos de Astronomia e Astrofísica. UFRGS

[4] D. Scott Birney, 1991, Observational Astronomy. Cambridge University Press, Cambridge

[5] Carlos Eduardo Lohse Resende, 1998, Métodos de Determinação de Periodicidade em Dados Astrofísicos - Aplicação ao Objeto CZ Aquilae, INPE.