

# ATIVIDADE MAGNÉTICA EM ESTELAS ATIVAS OBSERVADAS PELO SATÉLITE KEPLER

Wilton Santos<sup>1</sup> ; Marildo Pereira<sup>2</sup>

1. Bolsista Fapesbe, Graduado Bacharel em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [wiltonsantos@on.br](mailto:wiltonsantos@on.br)
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [marildogp@gmail.com](mailto:marildogp@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** *Flare*, Campo Magnético e Variabilidade Estelar.

## INTRODUÇÃO

Em Março de 2009 foi lançado o satélite Kepler com o objetivo de observar exoplanetas por um período de tempo de quatro anos no campo das constelações de Cisne e Dragão, tendo por estimativa observar cerca de 150.000 estrelas. Entretanto, este satélite não traria informações só voltadas à detecção de exoplanetas, também traria resultados de observações de outros tipos de sistemas estelares. Estes processos, apesar de bem observados no Sol, são pouco observados em outras estrelas. Esta atividade consta de eventos tais como erupções, ou explosões que ocorrem na cromosfera das estrelas, conhecidos como *flares*. Estes estão associados com o campo magnético da estrela, com a sua rotação, com a zona convectiva e com atividade coronal. Esta atividade se manifesta nas curvas de luz do Kepler como processos impulsivos com bruscas variações de brilho em escalas de tempo curtas. Este monitoramento de longa duração (~4 anos) é pouco comum, tendo em vista a necessidade do monitoramento contínuo para este tipo de projeto. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo fazer um estudo da atividade estelar em estrelas de até uma massa solar e com faixa de temperaturas de 3300K a 5300K, fazendo um levantamento da estatística e caracterização desses *flares*, de forma a obter informações sobre a intensidade da atividade magnética em escalas de tempo de curta e longa duração.

## METODO DE ANÁLISE

Com o objetivo de estudar *flares* estelares e correlacionar com os *flares solares*. Buscou-se efetuar um levantamento de objetos com características próximas ao Sol, como também a busca por objetos, que possuem um índice de atividade magnética intensa "*flares*". Deste modo foi realizado o levantados 73 objetos a serem estudados. Após o levantamento de objetos de interesse são utilizados dois métodos principais para

analisar a ocorrência de *flares*, cujo os quais são, Análise Visual e Análise Via Método *Peak Analyzer* (Análise de Pico).

- Análise Visual

Este método consiste de uma varredura na curva de luz de cada objeto estudado, onde são detectados manualmente os picos caracterizados por *flares* na curva de luz. Logo são retirados os principais parâmetros como, Variação de Tempo do *Flare*, Parâmetro  $\alpha$ , e Variação de Fluxo do *flare*

- Análise Via Método *Peak Analyzer*

Neste método os parâmetros da curva de luz são retirados de forma idêntica ao utilizado na Análise Visual, diferindo apenas na detecção de *flares*, onde os *flares* são encontrados de forma instantânea via o método encontrado no programa *OriginPro* 2016.

## RESULTADOS E ANÁLISES

Foram observados ~6844 *flares* dentro das classes espectrais estudadas G, K e M, via método Visual

O resultado encontrado para detecção de *flares* via método *Peak Analyzer* é de caráter aceitável. Este método em comparação ao realizado manualmente neste trabalho possui um índice de 94% de certeza para detecção de *flares* ver Tabela 1.

**Tabela 1:** Lista de objetos de interesse via análise de pico. Kepler ID (numero de referência da estrela), N (numero de *flares* via método de análise de pico) e N1 (numero de *flares* via método de análise manual).

<b>Kepler ID</b>	3222610	4758595	5962532
<b>N</b>	294	296	130
<b>N1</b>	320	296	152

Efetuada as análises para estimar a quantidade de *flares* para cada estrela e retirar e retirada dos parâmetros, podemos efetuar análises gráficas, relacionando a energia do *flare* com características intrínsecas a estrela, como  $T_{ef}$  e  $R_{\odot}$ . Na Figura 1, temos a relação entre a energia do *flare* por temperatura da estrela. Onde foi observada uma relação linear entre elas. Esse resultado pode nos direcionar ao pensamento, ainda não



Conclui-se que os *flares* encontrados neste trabalho possuem duração superior a 1,2h. Pode-se constatar o caráter impulsivo dos *flares*. Estes possuem uma menor escala de tempo em seu início e uma longa duração do meio até o fim.

Obtivemos uma variação no fluxo total de  $7,27 \times 10^9$  a  $9,21 \times 10^{10} \pm 0,66 \times 10$  dado em  $\text{erg/cm}^2\text{s}$ .

Foi encontrado *flares* com energia de ordem de  $10^{36}$  a  $10^{37} \pm 10^1$  erg, dentro da escala de energia obtida por Maehara, H. *et al* (2012) que é  $10^{33}$  a  $10^{36}$  erg. Em comparação com o Sol Shibata e Magara (2011) obtiveram os resultados de  $10^{29}$  erg a  $10^{32}$  erg.

Foi encontrada uma relação linear entre a energia do *flare* e a temperatura da estrela que a produz.

Destacou-se uma dependência polinomial entre a energia do *flare* e o Raio estelar.

Obtivemos uma maior incidência de *flares* para objetos que possuem uma temperatura menor.

A periodicidade entre *flares* não pode chegar a ser estimada. A estrela que possuía o maior número de eventos é de ~419, não possuindo o percentual estimado por Rieger (1984).

## BIBLIOGRAFIA

- BALONA, L. A. *Kepler observatios of flaring in A-F type stars*. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, Africa do Sul, 2012.
- BENZ, A. O e GÜDEL, M. *Physical Processes in Magnetically Driven flares on the Sun, Stars and Young Stellar Objects Review*. **Institute of Astronomy**, Austria, 2010.
- KOPP, R. A. and PNEUMAN, G. W. Magnetic Reconnection in the Corona and the Loop Prominence Phenomenon. **Solar Physics**, 1976, 50, 85–98.
- LUCIANNE, M. W. et all. *Photometric Variability in Kepler Target Sta: The Sun Among Stars-A First Look*. **Astrophysical Journal Letters**, U.S.A, 2010.
- LUCIANNE, M. W. et al. *Photometric Variability in Kepler Target Stars.II. An Overview od Amplitude. Periodicity. And Rotation in First Quarter Data*. **Astrophysical Journal Letters**, U.S.A, 2011.
- MASSI, M. *Stellar Flaring Periodicities*. **Società Astronomica Italiana**, 2007.
- MAEHARA, H. et al. Superflares on Solar-type Stars. **Nature**, 2012.
- RIEGER, E. et al. **Nature**, 1984.
- SHIBATA, K. e MAGARA, T. Solar Flares: Magnetohydrodynamic Processes. **LIVING REVIEWS in Solar Physics**, 2011.