

# Determinação de Pulsação Estelar Através da Entropia de Shannon Condicional

LAUFFER R., Gabriel  
FERRARI, Fabricio  
gabriellramos@gmail.com

Evento: 14ª Mostra da Produção Universitária  
Área do conhecimento: Ciências exatas e da terra/Astronomia/Astrofísica  
Estelar

**Palavras-chave:** Pulsação, Estrelas, Entropia;

## 1 Introdução

Na astronomia, especialmente no campo das estrelas variáveis, geralmente é necessário analisar dados com períodos desconhecidos. Existem métodos desenvolvidos para lidar com dados que possuem intervalos espaciais uniformes, porém, as observações geralmente são limitadas para o período da noite e possuem limitações devido ao clima e disponibilidade do telescópio, o que faz com que os dados sejam espaçados por uma ordem de horas, dias ou até mesmo meses. Assim, os dados obtidos raramente são igualmente espaçados.

A obtenção do período de pulsação de uma estrela variável é fundamental para descrever a estrela. Através do seu período podemos estimar os valores de luminosidade, massa, distância, densidade, etc.

Existem diversos algoritmos para a determinação de períodos em dados astronômicos. Cada um possui um método diferente ou alguma pequena modificação em relação aos demais. Mesmo com uma grande quantidade de métodos, nenhum deles parece se sobressair de uma forma geral. Alguns métodos são melhores para lidar com dados que sejam igualmente espaçados, enquanto que outros métodos lidam melhor com períodos senoidais.

A ideia deste projeto é testar um método para determinar múltiplos períodos de pulsação de estrelas variáveis, tendo em vista que nenhum destes métodos são aplicados diretamente para esta função. Este método, chamado de Entropia Condicional, busca a minimização da entropia de Shannon condicional na dispersão da série temporal no espaço de fase.

## 2 Referencial Teórico

Estrelas variáveis são estrelas cujo o brilho varia com o tempo. Estas variações podem ser da ordem de minutos até um século. Ao longo dos anos, diversas técnicas para analisar estrelas variáveis foram desenvolvidas porque estas variações nos dão informações sobre a natureza e evolução da estrela.

Estas variações podem ser causadas por uma oscilação da luz emitida, por rotação da estrela ou por algum objeto que bloqueia a luz. Esta obstrução da luz pode ser devido a um planeta em órbita ou por um sistema binário de estrelas. Devido a estas possibilidades, as estrelas variáveis são classificadas em intrínsecas e extrínsecas.

### 3 Materiais e Métodos

A fim de calcular a entropia, foi desenvolvido um algoritmo em Python3 para analisar os dados de estrelas variáveis da Grande Nuvem de Magalhães pertencentes ao Catálogo OGLE-III de estrelas variáveis. Os dados são obtidos no formato .dat e possuem três colunas que significam tempo, luminosidade e erro.

O algoritmo calcula a entropia para uma gama de períodos, retornando o período com a menor entropia como o coreto. Estes períodos calculados foram comparados com o valores publicados pelo catálogo.

### 4 Resultados e Discussão

No total, foram analisadas 25707 estrelas variáveis, das quais 3056 eram Cefeidas clássicas tipo FO e FU, e 22651 eram RRLyraes tipo AB e C. Os resultado obtidos podem ser vistos na seguinte tabela.

Tabela 1: Quantidade de dados analisados e resultados corretos

Estrelas	Quantidade	Acertos	Porcentagem
Cefeidas	3056	3048	99.74 %
RRLyraes	22651	22075	97.46 %
Total	25707	25123	97.73 %

Podemos perceber que para estrelas de períodos mais longos (Cefeidas) o método apresenta um resultado melhor se comparado com as estrelas de período mais curto.

### 5 Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos, percebemos que o método possui um comportamento mais efetivo para as cefeidas, estrelas que possuem um período de pulsação maior se comparado com as RRLyraes. O próximo passo do projeto é analisar o método para dados simulados afim de entender o comportamento geral da entropia de Shannon condicional e melhorar os resultados obtidos.

### Referências

- Graham, M. J., Drake, A. J., Djorgovski, S. G., Mahabal, A. A., and Donalek, C. (2013a). Using conditional entropy to identify periodicity. *Monthly Notices of RAS*, 434:2629–2635.
- Graham, M. J., Drake, A. J., Djorgovski, S. G., Mahabal, A. A., Donalek, C., Duan, V., and Maker, A. (2013b). A comparison of period finding algorithms. *Monthly Notices of the RAS*, 434:3423–3444.
- OGLE-III Catalog (2015). Catálogo OGLE-III de Estrelas Variáveis. <http://ogledb.astrouw.edu.pl/~ogle/CVS/>. Acessado em 10 de Agosto de 2015.