

# XXV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp

18 a 20 Outubro Campinas | Brasil



## Estudo de Explosões Solares via Agrupamento de Dados

João Victor Ignácio\*, Guilherme Palermo Coelho, Ana Estela Antunes da Silva

### Resumo

Explosões Solares, que correspondem à liberação de grandes quantidades de energia da atmosfera solar em um curto espaço de tempo, podem afetar significativamente a vida na Terra, tendo impacto direto em espaçonaves, satélites, redes de distribuição de energia e redes de comunicação, dentre outros. Neste sentido, a presente pesquisa buscou identificar padrões e extrair informações a partir de conjuntos de dados coletados por diversos equipamentos que realizam o monitoramento de explosões solares. Para isso, foi adotado um algoritmo de agrupamento de dados (K-Medoids) combinado a um coeficiente de similaridade que contempla atributos de tipos diferentes, conhecido como Coeficiente de Gower. Os resultados de agrupamento foram avaliados pela métrica de Silhueta, que indicou que a melhor partição para os dados estudados é a que os divide em 10 grupos.

**Palavras-chave:** Explosões Solares, Clima Espacial, Agrupamento de Dados

### Introdução

As explosões solares, que são liberações abruptas de energia magnética acumulada na atmosfera solar, podem influenciar não apenas os seres vivos, mas também os diferentes sistemas e dispositivos relacionados à vida na Terra<sup>1</sup>, como, por exemplo, os sistemas de comunicação.

Visto o impacto desses eventos, equipamentos como os satélites GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*), do *Space Weather Prediction Center (SWPC)*, foram instalados visando monitorar as atividades solares e coletar dados, o que possibilitou diversos estudos.

Para a análise dos dados disponibilizados pelo SWPC, nessa pesquisa foi utilizado o algoritmo K-Medoids, uma técnica de agrupamento particional, que busca dividir a base de dados em grupos, de forma que dados com características semelhantes sejam alocados em um mesmo grupo. Para avaliar o quão diferentes os dados são é necessário uma métrica de dissimilaridade, sendo que aqui foi adotado o Coeficiente de Dissimilaridade de Gower, dado que a base de dados utilizada possui atributos de diferentes tipos. Mais especificamente, tal base possui 14 atributos do tipo binário, 3 atributos do tipo inteiro e 4 atributos do tipo real. Para identificar o número de grupos que melhor representa os dados estudados, foi utilizado o Coeficiente de Silhueta. Identificado este número, foi feita uma análise dos dados alocados a cada grupo.

### Resultados e Discussão

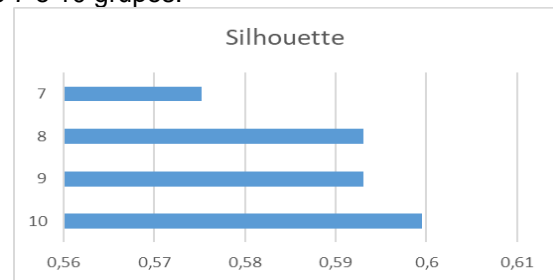
O algoritmo K-Medoids foi aplicado a uma base de dados com 21 atributos coletados diariamente no período entre 04 de Novembro de 1997 e 25 de Dezembro de 2013. Para utilização do algoritmo de agrupamento, tais dados foram normalizados entre 0 e 1.

Na Figura 1 são apresentados os valores do coeficiente de Silhueta obtidos para cada agrupamento retornado pelo K-Medoids, com número de grupos (K) variando entre 7 e 10. Dado que quanto maior o valor do coeficiente de Silhueta melhor o particionamento dos dados, para os experimentos feitos aqui o melhor valor foi K=10 grupos.

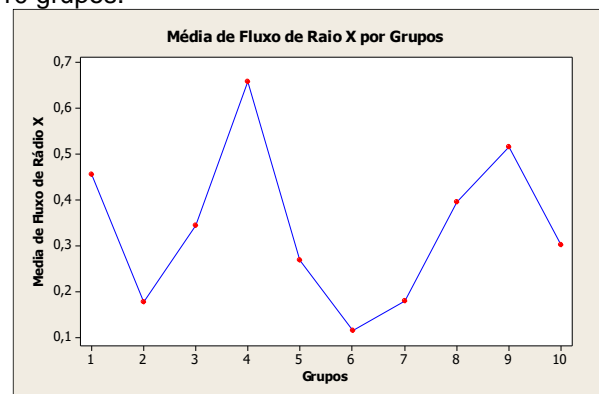
Para a melhor partição dos dados (K=10 grupos), foram avaliados os atributos dos dados de cada grupo, sendo

destacada aqui a Média do Fluxo de Raio X para cada grupo, dada na Figura 2.

**Figura 1.** Valor de Silhueta para agrupamentos com K entre 7 e 10 grupos.



**Figura 2.** Média do Fluxo de Raio X em cada um dos K=10 grupos.



### Conclusões

Como pode ser visto na Figura 2, existem grupos com diferentes características dentre os obtidos, cabendo destacar aqui o grupo 4, que tem o maior Fluxo de Raio X médio. Isto indica um conjunto de dados associado a um maior número de ocorrências de explosões solares.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

<sup>1</sup>ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. Extreme space weather : impacts on engineered systems and infrastructure. London: Royal Academy of Engineering, 2013.