



ESTATÍSTICA TRIENAL DE REGISTROS DE METEOROS SOUTHERN DELTA-AQUARIIDS (SDA).

Guilherme Jayme Allan Pimentel¹, Francisco Carlos Rocha Fernandes¹, Irapuan Rodrigues¹, Rita de Cássia Alves da Silva², Lucas Antonio Caritá²

¹Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, gjapimentel@gmail.com, guga@univap.br, irapuan@univap.br.

²Instituto Federal de São Paulo. Rod. Presidente Dutra, km 145, Jardim Diamante - 12223-201 - São José dos Campos-SP, Brasil, ritaalves16.ra@gmail.com, prof.carita@ifsp.edu.br

Resumo – A *Southern Delta-Aquariids* (SDA) é uma chuva de meteoros com radiante localizado na constelação de Aquário. Em 2017, a SDA foi a chuva de meteoros com maior número de registros feitos pelas duas Estações de Monitoramento de Meteoros da rede EXOSS, instaladas na Universidade do Vale do Paraíba – Univap. A alta incidência motivou a análise trienal (2017, 2018 e 2019) dos meteoros SDA e um estudo de sua evolução ao longo dos 3 anos, apresentados neste trabalho. As análises mostraram que, em 2017, 2018 e 2019, foram registrados pelas estações UVP1 e UVP2, 27, 15 e 26 meteoros SDA, respectivamente. Nos três anos consecutivos, os meteoros SDA apresentaram duração média de 0,18 s, 0,27 s e 0,19 s, magnitude aparente média de -1,1, -1,4 e -0,7 e velocidade linear média de 47,1 km/s, 48,7 km/s e 50,7 km/s, respectivamente. Em 2017, os registros ocorreram entre 12 de julho e 24 de agosto, com pico de atividade em 27 de julho. Em 2018, ocorreram entre 18 de julho e 20 de agosto, com pico no dia 29 de julho. Para 2019, os meteoros foram registrados entre 11 de julho e 13 de agosto, com máxima atividade em 27 de julho.

Palavras-chave: Chuva de Meteoros, *Southern Delta-Aquariids*, EXOSS

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra - Astronomia

Introdução

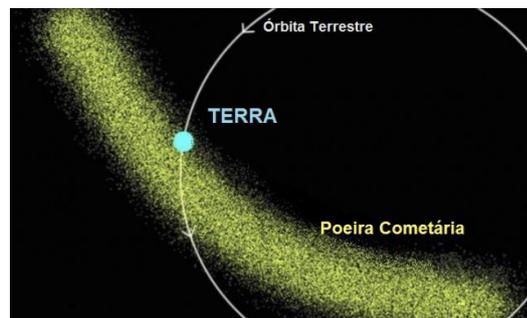
Meteoro é o fenômeno luminoso que ocorre quando um fragmento do espaço, chamado meteoróide, se choca com a atmosfera da Terra, gerando calor pelo atrito e deixando um rastro brilhante visível a olho nu. O termo meteoro vem do grego, *meteoron*, que significa fenômeno no céu. Meteoritos são meteoros que atravessam a atmosfera da Terra sem serem completamente vaporizados, e atingem o solo. Do estudo dos meteoros e meteoritos pode-se aprender sobre o tipo de material a partir do qual se formaram os planetas interiores, uma vez que são fragmentos primitivos do Sistema Solar.

A chuva de meteoros ocorre quando a Terra cruza a órbita de um cometa, e um grande número de pequenos detritos de poeira depositados ao longo da órbita do cometa entram na atmosfera terrestre. A Figura 1 ilustra este fenômeno. Os fragmentos do cometa sofrem atrito e geram muitos meteoros, que surgem de uma mesma região do céu (EXOSS, 2018a), pois têm trajetórias praticamente paralelas e velocidades semelhantes, assim, quando entram na atmosfera, parecem ter origem de um mesmo ponto no céu, denominado radiante da chuva (WIKIPEDIA, 2018).

A Univap integra a rede EXOSS (<http://press.exoss.org>), registrando, catalogando e caracterizando diariamente meteoros que cruzam o céu noturno brasileiro. A EXOSS é uma instituição sem fins lucrativos, que tem a participação de astrônomos Profissionais e Amadores (PRO-AM). A rede EXOSS está composta, atualmente, por 57 estações de monitoramento e 77 câmeras ativas, instaladas em 14 estados brasileiros, sendo 57 associados de 19 instituições de ensino ou pesquisa (<http://press.exoss.org/associados/estacoes-associadas-a-exoss/>).

As duas estações da UNIVAP (batizadas de UVP1 e UVP2) trabalham em conjunto com as demais câmeras da rede e permitem triangulação com outras 12 e 13 estações da rede EXOSS, respectivamente. O chamado pareamento entre estações é utilizado na determinação das trajetórias e órbitas dos meteoros registrados simultaneamente por mais de uma estação.

Figura 1- Ilustração representando a passagem da Terra pelos detritos de poeira e gás deixados na trajetória de um cometa.



Fonte: Adaptado de AstroBob (2012).

Geralmente, as chuvas de meteoros são batizadas de acordo com a constelação onde está seu radiante no pico de atividade (IAU/MDC, 2018). Por exemplo, a chuva *Southern Delta Aquariids* (SDA), estudada neste trabalho, tem radiante localizado na Constelação de Aquário, mais precisamente a cerca de 3° a oeste da estrela δ Aquário (chamada Skat) (UNIVERSE GUIDE, 2018), com magnitude aparente 3,3 (FREESTARCHARTS, 2015; SKY & TELESCOPE, 2016; AMS, 2018). Esta chuva apresenta pico de atividade entre 29 e 30 de julho (GALERIA DO METEORITO, 2018).

A maioria dos meteoros SDA, segundo a *Royal Astronomical Society of New Zealand* (RASNZ, 2018), apresenta baixa intensidade. No entanto, as detecções feitas no Hemisfério Sul, podem ser mais brilhantes, pois o radiante está mais alto no céu.

O corpo parental da chuva SDA ainda não é plenamente estabelecido. Um estudo extenso sobre corpos parentais de diversas chuvas de meteoros conhecidas não apontou nenhum corpo parental para as Delta Aquariídeas do Sul, segundo Jopek (2014). Porém, segundo Jenniskens (2008), as partículas que geram os meteoros SDA vem do Grupo Marsden de cometas do tipo *sungrazing*, que apresentam órbitas com periélio muito próximo ao Sol (EXOSS, 2015).

Recentemente, o cometa 96P/Machholz passou a ser apontado como possível corpo parental para os meteoros SDA, de acordo com a NASA (2018). Descoberto em 1986, o cometa 96P/Machholz tem um núcleo de cerca de 6,4 quilômetros de comprimento e apresenta um período orbital de apenas 5,2 anos, o que permite aprimorar as determinações de sua órbita e confrontá-las com as dos SDA.

O objetivo desse trabalho é ampliar para 3 anos consecutivos o estudo estatístico das características da chuva de meteoros SDA, iniciados por Pimental et al. (2018a; 2018b), para dados de 2017 e complementados para dados de 2018 por Silva et al. (2019), realizando levantamento e comparação da duração, velocidade e magnitude aparente dos meteoros.

Metodologia

O monitoramento e detecção dos meteoros SDA foi realizado nas duas estações da UNIVAP (UVP1 e UVP2). Cada estação opera em conjunto com uma câmera, que diariamente, no período noturno, faz a detecção dos meteoros em uma dada região do céu, sendo que os campos de visada são $64,25^\circ$ e $88,62^\circ$ para as estações UVP1 e UVP2, respectivamente (SILVA et al., 2019). O programa *UFOCapture* (SONOTACO, 2018) registra automaticamente um vídeo do céu sempre que um fenômeno luminoso é capturado pela câmera. O programa *UFOAnalyser* (SONOTACO, 2018) permite determinar os parâmetros dos meteoros registrados. Assim, a partir dos dados registrados foi identificado o radiante SDA, para os anos de 2017, 2018 e 2019 nas duas estações e, utilizando ferramentas automáticas do *UFOAnalyser*, foram determinadas a magnitude aparente, a duração e a velocidade linear (projeção no plano do céu) de cada um dos meteoros SDA identificados.

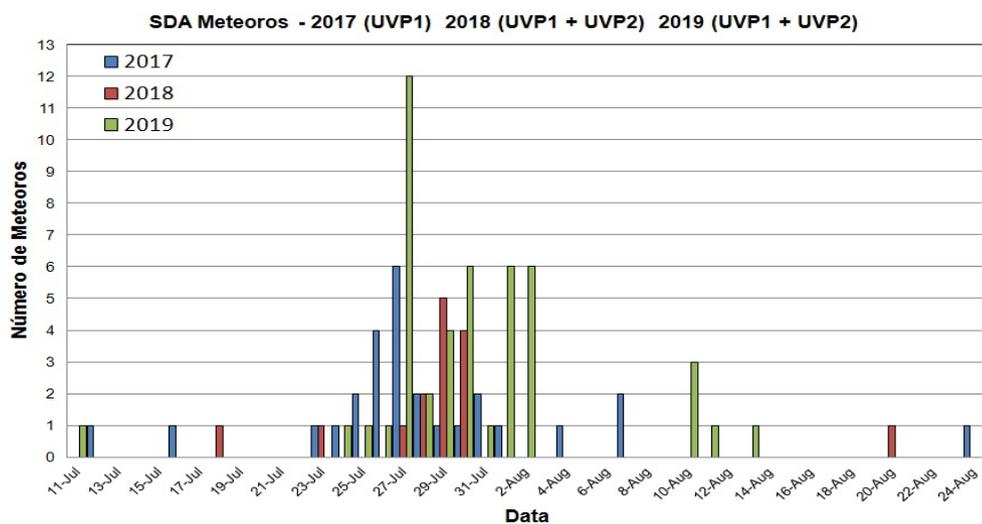
Foram utilizados os seguintes softwares disponibilizados pela rede para análise dos dados, além dos programas para análise estatística e obtenção dos histogramas:

- Software de Captura de Meteoros – *UFOCapture*;
- Software de Análise de Meteoros – *UFOAnalyser*;
- Software para Upload e Sincronismo de dados – EXOSS Sync;

Resultados

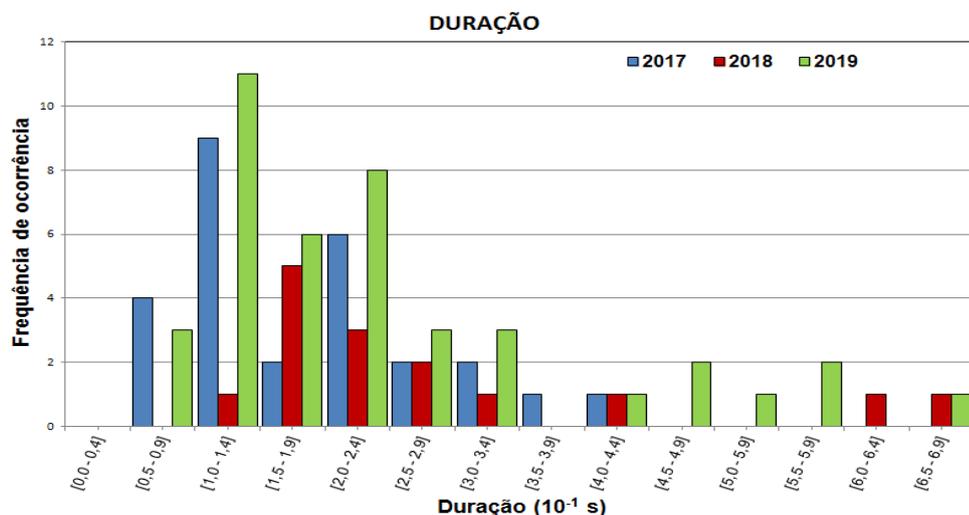
Em 2017, foram identificados 27 meteoros associados ao radiante SDA, registrados, entre os dias 12 de julho e 24 de agosto de 2017, com pico de atividade registrado na noite de 27 de julho de 2017 (com 6 capturas). Em 2018, foram registrados 14 meteoros (quase 50% de queda comparado com o ano anterior), com pico de atividade na noite do dia 30 de julho de 2018, com 4 capturas. Em 2019, ocorreram 41 registros associados ao SDA, entre os dias 11 de julho e 13 de agosto e o pico de atividade do ano foi no dia 28 de julho, com 12 capturas feitas naquela noite. As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram a comparação do número de registros para cada período e também os valores referentes à duração, magnitude aparente e velocidade linear, respectivamente.

Figura 2- Distribuição diária dos registros dos meteoros SDA pelas estações de monitoramento da UNIVAP, nos anos de 2017, 2018 e 2019.



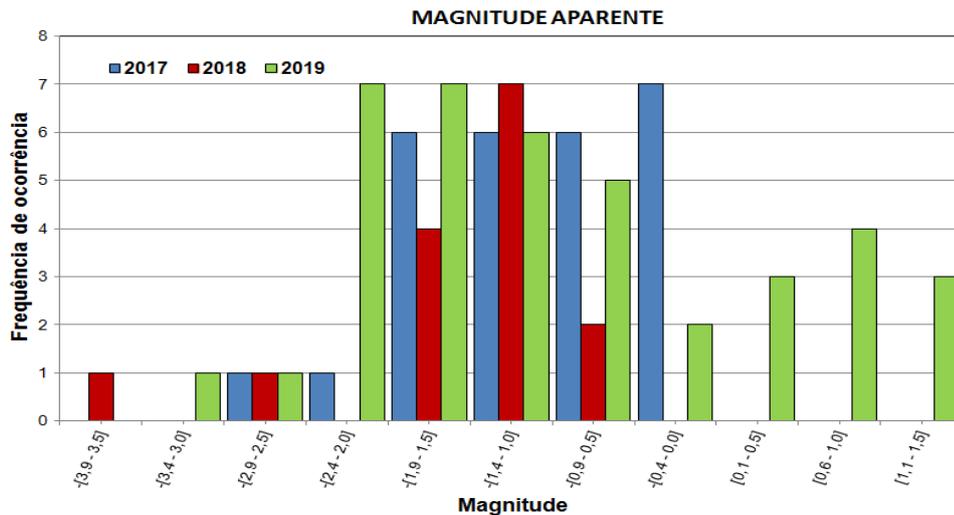
Fonte: os autores.

Figura 3- Histograma da duração dos meteoros SDA registrados em 2017, 2018 e 2019.



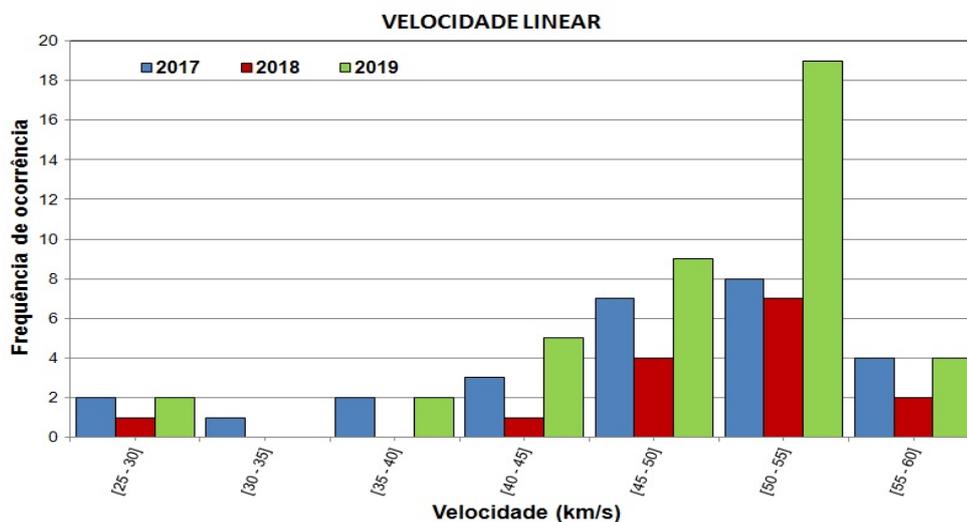
Fonte: os autores.

Figura 4- Histograma da magnitude aparente dos meteoros SDA registrados em 2017, 2018 e 2019.



Fonte: os autores.

Figura 5- Histograma da velocidade linear dos meteoros SDA registrados em 2017, 2018 e 2019.



Fonte: os autores.

Discussão

O número de meteoros associados ao SDA registrados pelas Estações de Monitoramento as UNIVAP em 2019 foi maior em relação aos últimos anos, quase dobrou comparando com 2017.

Apesar de menos frequentes em 2018, os meteoros delta-aquarídeos do Sul foram, em média, mais duradouros, mais brilhantes e mais rápidos, do que os registrados em 2017. No entanto, em 2019, os valores de duração média e magnitude média foram semelhantes aos de 2017. A velocidade linear dos meteoros foi maior, em 2019, que a dos anos anteriores, principalmente a velocidade mínima estimada. Esta maior velocidade, analisando com os outros parâmetros, pode indicar que, no ano de 2019, os meteoros entraram na atmosfera numa altitude maior. Os parâmetros de duração, magnitude e velocidade estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores dos parâmetros dos meteoros SDA registrados em 2017, 2018 e 2019 pelas estações UVP1 e UVP2.

Parâmetro	Valor	2017	2018	2019
Duração (s)	mínimo	0,06	0,10	0,07
	máximo	0,44	0,68	0,66
	médio	0,18	0,27	0,19
Magnitude aparente	mínimo	0,0	-0,5	1,4
	máximo	-2,6	-3,5	-3,3
	médio	-1,1	-1,4	-0,7
Velocidade linear (km/s)	mínimo	27,4	29,0	37,5
	máximo	56,3	56,2	57,2
	médio	47,1	48,7	50,7

Fonte: os autores.

Conclusão

Neste trabalho, foram apresentadas as capturas de meteoros associados à chuva de meteoros SDA, registrados pelas estações UVP1 e UVP2 da UNIVAP, nos anos de 2017, 2018 e 2019, Ressaltando que, em 2017, apenas a estação UVP1 estava em operação. Os resultados mostram que a velocidade média apresentou um aumento com o passar dos anos, a velocidade mínima e máxima também apresenta uma tendência de aumento. Os valores máximos de cada parâmetro nos três anos são próximos. Apesar ter sido registrado um número maior meteoros SDA em 2019, não é possível verificar se há ou não um aumento real de eventos em decorrência das condições atmosféricas (cobertura de nuvens ou de chuva) em cada noite durante esses três anos.

Agradecimentos

Os alunos R. C. A. Silva e G. J. A. Pimentel agradecem ao CNPq pelas bolsas PIBITI e PIBIC concedidas, respectivamente. F. C. R. Fernandes e I. Rodrigues agradecem as Bolsas de Produtividade do CNPq, Processos 311376/2015-0 e 311920/2015-2, respectivamente. Os autores agradecem à Equipe do Projeto EXOSS, pelo constante suporte e apoio às observações e análises.

Referências

ASTROBOB – **Delta Aquarid Meteor Shower Fires Up For The Weekend**. 2012. Disponível em: <https://astrobob.areavoices.com/2012/07/27/delta-aquarid-meteor-shower-fires-up-for-the-weekend/>. Acesso em: 29 ago. 2019.

AMS - American Meteor Society. **Meteor Shower Basics**. Disponível em: <https://www.amsmeteors.org/meteor-showers/meteor-shower-basics/>. Acesso em: 17 ago. 2019.

EXOSS Citizen Science Project. **A chuva de meteoros campeã no Brasil é..... 2015**. Disponível em: <http://press.exoss.org/a-chuva-de-meteoros-campea-no-brasil-e/>. Acesso em: 17 ago. 2019.

EXOSS Citizen Science Project. **Chuva de Meteoros**. 2018a. Disponível em: <http://press.exoss.org/Glossario/chuva-de-meteoros-2/>. Acesso em: 24 ago. 2019.

FREESTARCHARTS.com. 2015. Disponível em: <https://freestarcharts.com/delta-aquariids-aquarids-meteor-showers-peak-on-july-28th-29th-2015>. Acesso em: 20 ago. 20189

GALERIA DO METEORITO. **Tudo sobre a chuva de meteoros Delta Aquaridas Austrais 2018.** Disponível em: <<https://www.galeriadometeorito.com/2018/07/chuva-de-meteoros-delta-aquaridas-austrais-2018.html>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

IAU/MDC - Meteor Data Center. **Nomenclature Rules for Meteor Showers 2018.** Disponível em: <https://www.ta3.sk/IAUC22DB/MDC2007/Dokumenty/shower_nomenclature.php>. Acesso em: 14 ago. 2019.

JENNISKENS, P. **Meteor Showers and their Parent Comets.** Cap. 13, p. 435, Cambridge – UK: Cambridge University Press, 2008. ISBN-10: 0521076358.

JOPEK, T. J. Meteoroid streams and their parent bodies. **Mem. S. A. It. Memorie della Societa Astronomica Italiana** V.82, p.310, 2014.

NASA – NASA Science – **Solar System Exploration – Delta Aquariids.** Disponível em: <<https://solarsystem.nasa.gov/small-bodies/meteors-and-meteorites/delta-aquariids/in-depth/>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

PIMENTEL, G.J.A.; SILVA, R.C.A.; FERNANDES, F.C.R.; CARITÁ, L.A. **Comparação dos registros de meteoros South Delta Aquariids (SDA) pelas estações EXOSS UVP1 e UVP2, em 2017 e 2018. Anais da IV Jornada Científica do IFSP Câmpus São José dos Campos**, p. 22, 2018a. Disponível em: <<https://sjc.ifsp.edu.br/jornada/index.php/jornada-cientifica-2018/anais-do-evento/file/15-anais-jornada-cientifica-2018>>. Acesso em 29 ago. 2019.

PIMENTEL, G.J.A.; NIELSEN, J.K.; FERNANDES, F.C.R.; RODRIGUES, I. South delta aquariids (sda): o principal radiante dos meteoros registros pelas estações EXOSS da Univap, em 2017. **Anais de Trabalhos Completos do XXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica XXII INIC / XVIII EPG / XII INIC Jr / VIII INID.** São José dos Campos: UNIVAP, 2018b. ISBN: 978-85-7586-120-2. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/anais/arquivos/RE_0923_0801_01.pdf>. Acesso em 29 ago. 2019.

RASNZ - Royal Astronomical Society of New Zealand. Disponível em: <<http://rasnz.org.nz/in-the-sky/meteor-showers#list>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

SILVA, R.C.A.; PIMENTEL, G.A.J.; FERNANDES, F.C.R.; CARITÁ, L.A.; RODRIGUES, I. **Statistics of South Delta-Aquariids (SDA) meteor showers registered at UNIVAP in 2017 and 2018.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.41, n.4, e20190001, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0001>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SKY & TELESCOPE. **Delta Aquariids Kick Off Summer Meteor Showers**, 2016. Disponível em: <<https://www.skyandtelescope.com/astronomy-news/observing-news/delta-aquarids-kick-off-summer-meteor-showers/>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

SONOTACO, Disponível em: <http://sonotaco.com/e_index.html>. Acesso em: 18 ago. 2018.

UNIVERSE GUIDE, 2018. Skat, **Delta Aquarii, 76 Aquarii, HD216627, HIP113136, HR8709.** Disponível em: <<https://www.universeguide.com/star/skat>>. Acesso em: 20 ago. 2019.