

## ONDAS DE GRAVIDADE OBSERVADAS NA MESOSFERA UTILIZANDO A REDE DE IMAGEADORES DA UNIVAP E AEROLUMINESCÊNCIA

<sup>1</sup> **Lázaro Messias de Almeida, Cristiano Max Wrasse<sup>2</sup>, José Ricardo Abalde<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aluno ( Mestrado em Física e Astronomia Universidade do Vale do Paraíba, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova São José dos Campos, SP, 12244-000 e-mail: lazaromessiasdealmeida@gmail.com

<sup>2</sup> Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, São José dos Campos, SP, 12244-000

**Palavras-chave:** Aeroluminescência, Ondas de Gravidade, Mesosfera e Imageador  
**Área do Conhecimento:** I - Ciências Exatas e da Terra

**Resumo** – Este trabalho tem como objetivo: estudar a ocorrência de ondas de gravidade na região mesosférica, através da observação da aeroluminescência noturna. As observações da aeroluminescência noturna ocorrem de forma sistemática nos observatórios de São José dos Campos (SP), Palmas (TO) e no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) em. No presente trabalho será apresentado os detalhes dos equipamentos utilizados para o monitoramento da atividade ondulatória, nos três sítios de observação onde a UNIVAP possui seus equipamentos, bem como alguns resultados dos tipos de ondas neles observados. A descrição detalhada e o estudo dos parâmetros característicos destas ondas serão apresentados de um fenômeno óptico chamado de aeroluminescência, fenômeno este que ocorre na mesosfera, tem grande importância no estudo do monitoramento da temperatura e da atividade ondulatória nesta região. Este trabalho foi realizado com os dados do monitoramento de um imageador de sistema CCD. Resultado: Nas análises desses dados são considerados os dias e os horários de ocorrências dessas ondas de gravidade que podem ser divididas em grupos: bandas ripples O num trabalho futuro. presente trabalho descreve a metodologia empregada para determinar os parâmetros característicos das ondas de gravidade ( comprimento de onda, período, direção e velocidade de propagação) observadas em imagens de aeroluminescência

**Palavras-chave:** Aeroluminescência, Ondas de Gravidade, Mesosfera, Imageador  
**Área do Conhecimento:** I - Ciências Exatas e da Terra

### Introdução

é Assão formadas por átomos ou moléculas, que quando excitadas nema. Este fenômeno é muito importante, nod;1. ;). ((TXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba presente a instrumentação utilizada para observar a atividade ondulatória na região mesosférica e caracterizar as ondas de gravidade conforme sua morfologias são

Os três instrumentos mais utilizados, atualmente nos estudos de ondas de gravidade são: o radar de laser, o radar MF e o imageador. O radar de laser é capaz de medir densidade e a temperatura em função da altura e do tempo, com uma alta resolução em altura O MF que faz medidas de ventos em função da altura e o do tempo observa uma área de (~75km ) de diâmetro

e tem resolução espacial de 4 a 5km (THAYAPARAM et al., 1995). O radar MF é capaz de realizar medidas com resolução 1 temporal de 1 a 2 minutos. O imageador é um instrumento capaz de detectar variações de intensidade das camadas da aeroluminescência é registrá-las através d imagens Palmas (TO) eO Imageador

O Imageador é um instrumento basicamente constituído de um sistema ótico e uma câmera equipado com um dispositivo *Charge Coupled Device* (CCD), o qual é capaz de dectar variações da aeroluminescência noturna na região da mesosfera e registrá-las através de imagens com arquivos digitais. Com estas imagens é possível caracterizar parâmetros importantes sobre estas onda de gravidade tais como: comprimento de onda , período, direção de propagação e velocidade de fase de propagação Especialmente o imageador pode registrar imagens completas do céu noturno através dnas emissões da aeroluminescência do

OI557,7 nm, OI630,0 nm, do O<sub>2</sub>(0,1), do OH, Na e fundo luminoso do céu noturno. Estes registros e registrar permitem e monitorar as variações temporais e espaciais da aero luminescência em tempo real, bem como da atividade ondulatória na atmosfera(,.

### Dados Técnicos do Imageador

Os imageadores da UNIVP consistem de uma área coletora de 6,45 cm<sup>2</sup>, com uma matriz de 1024x1024 com píxeis de 14 bits. Apresenta uma alta eficiência quântica (80% no nível), baixa corrente escura (0,5 elétrons /rms), baixa ruído de leitura (15 elétrons /rms) e alta linearidade (~0,005%) A câmara usa uma lente telecêntrica f/4 de varredura do céu completo, a qual é capaz de obter uma alta relação de sinal-ruído (20:1) das imagens de estruturas de ondas. Os tempos de integração utilizados. A imagem 512x512 píxeis para melhorar a relação sinal-ruído.

A principal vantagem do imageamento da aeroluminescência na observação de ondas de gravidade é a combinação de alta resolução espacial com alta resolução temporal na visualização e uma grande área horizontal coberta pelo imageador (Amauri F. MEDEIROS).

As principais desvantagens do uso do imageador para detecção de ondas são as seguintes a) restrito intervalo de tempo de observação porque requerem boas condições de tempo e só podem ser realizadas à noite de preferência sem nuvens; b) atenuação das assinaturas para ondas de comprimento de onda verticais curtos MEDEIROS,).

### Tipos

Através do fenômeno óptico que ocorre na aeroluminescência na região da mesosfera é possível investigar as estruturas das ondas de gravidade mais diretamente, e estas tm sido utilizadas para observar ondas de curtos períodos (< 1 hora) e pequenos comprimentos de onda horizontal (6 ~ 100 Km) (NAKAMURA et. al., 1999).

Considerando o comprimento de onda horizontal, estas ondas podem ser divididas em dois três grupos: o primeiro grupo é caracterizado como *bandas* e persistem por períodos de até 8 horas; e o segundo grupo é caracterizado com *ripples*, que apresentam períodos menores de que 20 minutos (TAYLOR et al.,1997); e o terceiro e mais intrigante fenômeno é chamado de pororoca, que apresenta uma extensa cobertura horizontal é muito similar às pororocas observadas nos rios. (TAYLOR et al.,1997).

A Figura .1 mostra um tipo de evento de onda detectado e registrado neste trabalho pelo

imageador dno observatório do LNAO evento tipo banda, deslocando-se para noroeste na noite de 7 de março de 2005, entre às 20:16 e 20:44

Já a Figura .2 apresenta um evento de onda também detectado no observatório do LN.O evento é do tipo ripple que aparece deslocando-se para nordeste, sobreposta a uma banda que se desloca para noroeste na noite de 17 de maio de 2004, entre 03:47 e 05:54

A Figura.3 apresenta outro evento de onda detectado pelo imageador instalado em São José Campos (SP)O evento é do tipo banda que se desloca para sudeste na noite de 11 de janeiro de 2007, entre 23:51 e 00:32

A Figura.4 mostra um evento de onda detectado pelo imageador no observatório de Palmas (TO)O evento é classificado como pororoca, que desloca-se para o nordeste a noite de 12 de fevereiro de 2008, entre 23:50e 00:00

Fig .1 – Imagem de ondas de gravidade registradas no OI557,7 nm mostrando banda no observatório LNA.

Figura 2.2 mostra um evento de onda detectado e registrado neste trabalho pelo imageador do observatório de LNA O evento tip ripples que aparece deslocando-se para nordeste,sobrepondo existe uma banda que se desloca para noroeste a noite de 17 de maio de 2004 das 03:47:39 até 05:54:39 hora local

Fig .2 – Imagem do OI557,7 nm mostrando um evento tipo ripples que aparece deslocando-se para nordeste, sobrepondo-se a uma banda que se desloca para noroeste.

Figura 2.3 mostra um evento de onda detectado e registrado neste trabalho pelo imageador do observatório de São José Campos O evento tipo banda deslocando-se para sudeste a noite de 11 de janeiro de 2007 das 23:51:54 até 00:32:56 hora

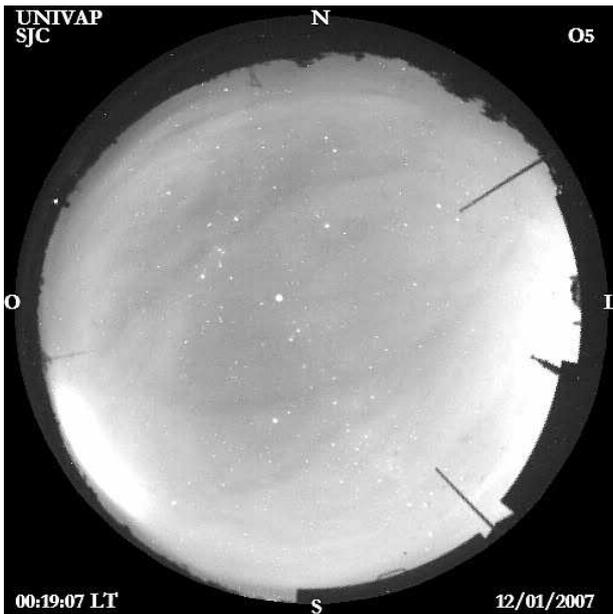


Fig. . – Imagem de ondas de gravidade registradas no OI557,7 nm mostrando bandas no observatório de Ss.

## Sumário

A partir da descrição do equipamento utilizado para observar a atividade ondulatória na região da mesosfera, foi possível destacar os três principais tipos de ondas observadas pelos imageadores da UNIVAP, instalados em São José dos Campos (SP), Palmas (TO) e no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) em

Este é trabalho é o primeiro passo para caracterizar a atividade ondulatória na região mesosférica. As próximas etapas deste estudo visa determinar os parâmetros das ondas de gravidade, tais como comprimento de onda horizontal, período observado, velocidade de fase e direção de propagação. Estas informações serão utilizadas para comparar as características das ondas entre os observatórios e com os resultados já publicados na literatura.

## Sumário

A partir da metodologia apresentada neste trabalho é possível medir os parâmetros atmosféricos da mesosfera relacionados a ondas de gravidade utilizando algumas imagens das camadas da aeroluminescência que foram coletadas dos observatórios de Palmas (TO), UNIVAP de São José dos Campos (SP), e no Laboratório da Astrofísica (LNA) em Atibaia (SP)

Neste trabalho foi utilizado o imageador, instrumento este que é capaz de detectar variações de intensidade das camadas da aeroluminescência noturna é registrá-las através de imagens como arquivo digital Com estas imagens é possível caracterizar parâmetros importantes sobre estas ondas de gravidade tais como: comprimento de onda, período, direção e

velocidade de propagação. Estes parâmetros serão estudados na minha tese de mestrado.

FORBES, J. M. Tidal and planetary waves, The upper mesosphere and lower: thermosphere: a review of experiment and theory, 87, **Geophysical Monograph**, 67-68, 1995.

-GARDNER CS. Introduction to Aloha/Anlc-93 the 1993. Arborne Lidar and Observations of the Hawaiian Aiglow Airborne Noctilucient Cloud Campaigns. **Geophysical Research Letters**, v.22, n.D6, p. 2789-2792, Oct. 1995.

-HINES, C. O. Internal Atmospheric gravity waves at ionospheric heights, **Can. J.Phys**, v. 38, p. 1441-1481, 1960.

-MUNRO, G. H. TRAVELLING Ionospheric disturbance in the F region, **Pro. Roy Soc. Lndon- A**, v. 202, n. 1069, p. 208-223, 1950.

-MUNRO, G. H. TRAVELLING Ionospheric disturbance in the F region, **Aust. J. Phys.**,v. 11, p. 91-112, 1958.

-MEDEIROS, A. F **Observações de ondas de gravidade através do imageamento da aeroluminescência**. 2001. 187p. (Inpe-10478-tdi/932). Tese (Doutorado em Geofísica Espacial) - Instituto Nacional de Pesquisas espaciais, São José dos Campos 2001.

-NAKAMURA, T.; HIGASHIKAWA, A.; TSUDA, T.; MATSUSHITA, Y., Seasonal variations of gravity wave structures in OH airglow with a CCD imager at Shigaraki, **Earth Planets Space**, v. 51, p. 897-906, 1999.

-PIERCED, A. D.; CORONITI, S. C. A mechanisms for the generation of acoustic gravity waves during at thundersstorm formation. **Nature**, v.210, p. 1209-1215, 1966.

-TAYLOR, M. J.; PENDLETON, W. R.; CLARK, S.; TAKAHASHI, H.; GOBBI, D.; GOLDBERG, R. A. Image measurements of short-period gravity waves at equatorial latitudes, **J. Geophysl., Res.** v.102, n.d22, p. 26283-26299, nov1997.

-TAYLOR, M. J.; HAPGOOD, M. A. Identification of a thunderstorm as a source of shortperiod gravity-waves in the upper-atmospheric nightglow emissions. **Planetary and Space Science**, v.36, n.10, p. 975-985, Oct.1988.

-TAYLOR, M. J.; HAPGOOD, M. A. Identification of medeiros (2001a thunderstorm as a source of

shortperiod gravity-waves in The upper-atmospheric nightglow emissions. Planetary.

-TAYLOR, M. J.; TAYLOR, V.; EDWARDS, R. An investigation of thunderstorm as a source of Short period mesospheric gravity waves. **The upper mesosphere and lower thermosphere: a review of experiment and theory.** Washington, D.C: Agu, 1995<sup>a</sup>.

-THAYAPARAN, T.; HOCKING, W. K.; MACDOUGALL, J. Middle atmospheric winds and tides over London, Canada (43-Degrees-N, 81-Degrees-W) during 1992-1993. **Radio Science**, v.30, n.4, p. 1293-1309, July-Aug. 1995.