



## Observações de onda de gravidade e bolha de plasma na ionosfera equatorial, sobre a Amazônia Central (Manaus-Brasil) em 2015, utilizando imageador All-Sky.

<sup>1</sup>LIMA, N\*, <sup>1</sup>FERREIRA, A., <sup>1</sup>SILVA, R., <sup>1</sup>GÓES, K., <sup>1</sup>FARIAS, T., <sup>1</sup>ARAÚJO, Y., <sup>1</sup>CHARLESTIN, W., <sup>1</sup>REIS, W.

- (1) Centro Universitário Luterano de Manaus – CEULM/ULBRA  
Av. Carlos Drummond de Andrade, 1460. Conjunto Atílio Andreazza. Bairro Japiim II.  
Manaus-AM/Brasil. CEP. 69077-730. Tel. (92) 3616-9800.  
(e-mail:newtonulbra@gmail.com)

Copyright 2016, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Ouro Preto, 25 a 27 de outubro de 2016. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VII SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

### Resumo

Estudo de observação sobre onda de gravidade e o processo de bolhas de plasma na ionosfera tropical, na Amazônia Central no setor longitudinal brasileiro. Desta forma, este trabalho irá contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica das bolhas de plasma na região tropical, durante períodos de atividade geomagnética calma e perturbada. Esse estudo foi realizado através de fotômetro imageadores tipo “all-sky”, instalados na Reserva Biológica do Rio Cuieiras – ZF-2 – BR 174 (km 50 ramal 34 km (ao norte de Manaus-AM)). Os resultados mostram a eficiência do equipamento para o monitoramento proposto aos fenômenos estudados próximo do equinócio (agosto de 2015).

### Introdução

Apresentado em Wrasse *et al.*, 2007, que as observações da aeroluminescência noturna através de imageadores tem sido usada para investigar a estrutura horizontal das ondas de gravidade, bem como para observar as características das ondas de curto período e pequeno comprimento de onda horizontal (5 ~100 km). Também em Wrasse *et al.*, 2007, somente as ondas com comprimentos de onda vertical maiores que a largura característica das camadas de emissão são possíveis de serem detectadas.

O fotômetro imageador all-sky mede a distribuição espacial de uma luz muito tênue que é emitida pela atmosfera terrestre. Essa luz é chamada de luminescência Atmosférica (PIMENTA, 2003).

A luminescência atmosférica de uma transição atômica ou molecular específica ocorre em uma faixa estreita da atmosfera. E a observação da distribuição espacial da luminescência fornece informações sobre a região da atmosfera onde se originou a mesma (SAHAL *et al.*, 2000).

Reações químicas que ocorrem na média e alta atmosfera dão origem a átomos ou moléculas excitadas (nível de energia superior ao seu estado fundamental). O átomo ou molécula excitado ao decair para um nível de energia menor ou para o estado fundamental emite um fóton. Os fótons são emitidos em todas as direções e uma parcela destes fótons é emitida na direção da terra e o fotômetro imaginador mede esses fótons (SAHAL *et al.*, 1994).

### Metodologia

Para as observações realizadas dentro do período desta pesquisa foi utilizado um imageador tipo All-Sky (Fig. 01) e os filtros necessários para aquisição das imagens dentro do comprimento especificado (Tab. 01), são usados ao longo da trajetória ótica que é interrompida por esta roda de filtros composta de cinco filtros de interferência, para o OI 630,0 nm, para o fundo luminoso em 578,0 nm, um filtro passa banda colorido no infravermelho entre 715 e 930 nm (bandas (8,3), (4,0), (9,4), (5,1), (6,2), (7,3) e parte da (8,4) do OH) sem transmissão em 865 nm e um para a banda do O2(0,1) em 865 nm, (WRASSE, 2007), equipamento confinado em um container no sítio na Reserva Biológica do Cuieiras – ZF-2 – BR 174 (km 50- ramal 34 km) ao norte de Manaus-AM). O período das observações ocorreu entre agosto e setembro de 2015, estação seca na Amazônia. As observações foram realizadas durante período de lua nova. As imagens adquiridas foram de onda de gravidade (Fig. 02) e bolhas de plasma (Fig. 03).

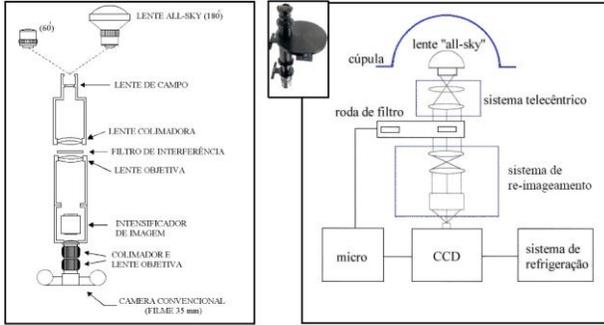


Fig. 01: Esquema do Equipamento – Fotômetro imageador ALL SKY, (PIMENTA, 2003).

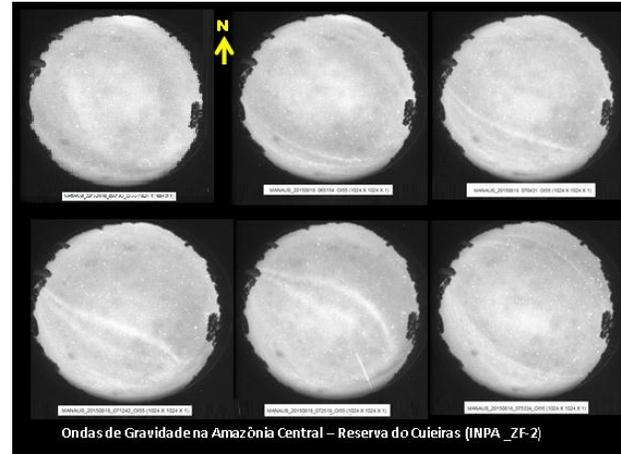


Fig. 02: Painel de imagens por aeroluminescência da assinatura de ondas de gravidade sobre a Amazônia Central próximo do equinócio vernal (18 Agosto 2015) em período geomagnético calmo, imagens no intervalo de 06 31 06 UT até 07 53 34 UT, área de 1024 km x 1024 km, dentro do espectro do OI 557,7, com largura de banda 6,25 nm, em aproximadamente 300 km de altura. Cortesia IP&D – UNIVAP, 2015.

**Tabela 01:** Características dos filtros e alturas médias das camadas de luminescência do oxigênio atômico. (Segundo, Pimenta, 2003).

Comprimento de onda das emissões OI (nm)	Largura de banda (nm)	Altura média da camada (km)
630,0	1,5	250-300
557,7	2,65	250-300
777,4	1,35	300-400

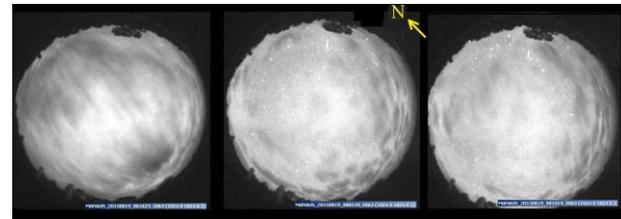


Fig. 03: Painel de imagens por aeroluminescência da evolução na dinâmica da formação de Bolha de Plasma em 19 de Agosto de 2015 entre 06 16 23 UT até 08 10 19 UT, no comprimento de onda das emissões OI 630,0, com largura de banda de 1,5 nm, área de 1024 km x 1024 km. Cortesia IP&D – UNIVAP, 2015.

**Resultados e Discussão**

Observa-se na Fig. 02 deslocamento de ondas de gravidade sobre o alvo do estudo em 18 de Agosto de 2015, no intervalo de aproximadamente 1,5 h, durante o período de aquisição das imagens a magnetosfera terrestre encontrava-se em fase de recuperação de seu estado neutro após uma *dst* (*disturbance storm time*) de intensidade -84 nT, entre 07 h e 08 h UT (WDC for Geomagnetism, Kyoto, 2015). A formação de bolhas de plasma sobre a Amazônia Central é evidenciada na Fig. 03, que mostra a dinâmica da evolução deste fenômeno de grande escala para o dia 19 de Agosto de 2015, neste dia ocorreu um *dst* de intensidade -51 nT, (WDC for Geomagnetism, Kyoto, 2015) assim como geração de “*spread F*” sobre o alvo é mostrado na aquisição do VTEC – *Vertical Total Electron Content* (GPS) na estação de Manaus (ULBRA-UNIVAP) (Fig. 04). No intervalo de 06 16 23 UT até 08 10 19 UT, dentro do espectro de emissões do IO 630,0, com largura de faixa 1,5 nm, em 300 km de altura é mostrado o fenômeno de bolha de plasma na Fig. 03. Os dados destes eventos dos dias 18 e 19 de Agosto de 2015 foram correlacionados com informação de magnetômetros e GPS, Fig. 04 (Índice DST e VTEC), que contribuiram para comprovação de instabilidades do plasma ionosférico (Região F) nestes dias.

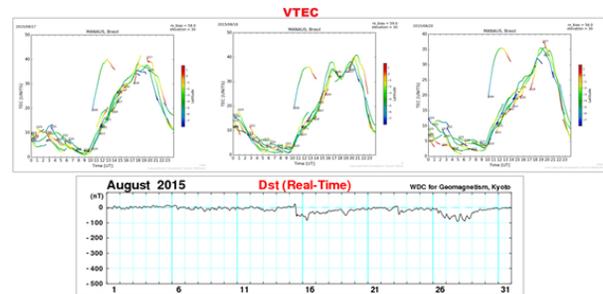


Fig. 04: Painel dos Índices VTEC (Manaus-Brasil) para os dias 17, 18 e 20 do mês de Agosto de 2015 e DST (todo o mês de Agosto 2015). Cortesia LISN, WDC-Kyoto, 2015.

O fenômeno de bolha de plasma é também observado nos receptores GPS na área deste estudo (Fig. 05), quando em aquisição de posicionamento na região durante a noite são notados riscos nas telas dos receptores nos horários estudados.



Fig. 05: Telas dos receptores GPS em posicionamento estacionário registrando o sinal GNSS (*Global Navigation Satellite System*) em múltiplos traçados.

### Conclusões

Com auxílio do Imageador All-Sky, dentro do período lunar adequado é possível monitorar fenômenos de grande escala na Ionosfera (região F) da Mesosfera e Termosfera na região equatorial na Amazônia Central, visto que existe seres humanos trafegando na altitude deste estudo, (Estação Espacial Internacional).

### Agradecimentos

Os autores são gratos ao Edital 030./2013 (UNIVERSAL AMAZONAS-FAPEAM) ao IP&D-UNIVAP/SP, ao INPA, a LISN e a WDC-Kyoto, ao CEULM-ULBRA, pelas informações e cortesia de imagens deste trabalho.

### Referências

LISN. Low Latitude Ionospheric Sensor Network. Disponível em: <<http://www.lisn.igp.gov.pe>>, acesso: 17, 18 e 20 de agosto de 2015.

PIMENTA, A. A.: Tese de Doutorado (INPE-2003), 196 p.

SAHAI, Y.; AARONS, J.; BAUMGARDNER, J.; BITTENCOURT, J.A.; TAKAHASHI, H. OI 630 nm imaging observations of the equatorial plasma depletions at 16°S dip latitude. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, v.56, no.11, p. 1461-1475, 1994.

SAHAI, Y.; FAGUNDES, P.R.; BITTENCOURT, J.A. Transequatorial F-region ionospheric plasma bubbles: solar cycle effects. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, v.62, no.15, p. 1377-1383, 2000.

WDC for Geomagnetism. WORLD DATA CENTER. Kyoto University, 2015. Disponível em: <[http://wdc.kugi.kyotoac.jp/dst\\_realtime/201508/index.html](http://wdc.kugi.kyotoac.jp/dst_realtime/201508/index.html)>, Acesso em 08, 2015.

WRASSE, Cristiano Max, TAKAHASHI, Hisao, MEDEIROS, Amauri Frago de, LIMA, Lourivaldo Mota, TAYLOR, Michael John, GOBBI, Delano e FECHINE, Joaquim. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ONDAS DE GRAVIDADE ATRAVÉS DA ANÁLISE ESPECTRAL DE IMAGENS DE AEROLUMINESCÊNCIA. *Revista Brasileira de Geofísica* (2007) 25(3): 257-266. Sociedade Brasileira de Geofísica ISSN 0102-261X. 2007.