



PARTICIPAÇÃO DA UNICAMP COM EXPERIMENTOS NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Martin¹, I.M.; H.S. Pinto²; G. Pugacheva¹; A.A. Gusev¹; J. Zullo Jr.²; A. Turtelli Jr.¹; M.G.S. Mello¹; D.S. Simões¹; A.C.A. Almeida¹; N. Knyazev⁵; V.M. Pankov⁵, O. Brunini³, E.A. Assad⁴.

¹ IFGW e ² CEPAGRI – UNICAMP, ³ IAC – Campinas – Brasil, ⁴ EMBRAPA – Campinas – Brasil, ⁵ IKI – RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE, PETROBRAS S/A, Brazil

ABSTRACT

A collaborative project to study Solar-Earth relationship using International Space Station (ISS), prepared by Institute of Space Research (IKI) of Russian Academy of Science and State University of Campinas (Unicamp) will be described. The main objective will be identify phenomena relating solar influences in climatology variations on Earth, mainly intensity of rains in Brazil. Infrared, visible and X-ray detectors will be installed on board of ISS russian segment to realize monitoring on Brazilian territory.

INTRODUÇÃO

Este projeto é resultado de um esforço conjunto do Centro de Ensino e Pesquisas em Agricultura (CEPAGRI) e do Instituto de Física (IFGW) da UNICAMP, para estudar as interações Sol-Terra, através de convite especial formulado pelo IKI (Instituto de Pesquisas Espaciais), da Academia de Ciências da Rússia, e pelo Centro de Hidrometeorologia daquele país. O intuito principal é determinar quantitativamente os efeitos da atividade solar na média atmosfera e na biosfera, através do monitoramento simultâneo da radiação albedo da alta atmosfera terrestre com detectores de raios-X e da radiação de infravermelho da superfície terrestre e da atmosfera, com detectores no visível e no infravermelho, a serem instalados na estação espacial internacional (ISS). Os grupos proponentes brasileiros têm atividades que cobrem as duas áreas do projeto, complementando-se de modo ideal, conforme descrito abaixo.

O laboratório espacial permanecerá ativo por 15 anos e cruzará os céus do Brasil seis vezes por dia, a 400 km de altitude e a uma inclinação de 51,6°, o que permitirá a observação contínua dos fenômenos atmosféricos sobre todo o território brasileiro, com vistas a se buscar a formulação e o aprimoramento de modelos de descrição de interações de partículas e fótons do Sol com fenômenos meteorológicos.

Tem-se por objetivo o estudo do efeito da atividade solar sobre a atmosfera e superfície terrestre. Para tanto, conforme discriminado abaixo, deseja-se a observação e a interpretação de dados experimentais fornecidos por detectores de raios-X, infravermelho e visível, instalados a bordo da futura estação espacial internacional (ISS).

- Utilizar a infra-estrutura do segmento russo da estação espacial internacional (ISS), para colocar experimentos de interesse da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) e da EMBRAPA - Campinas (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias), para monitoramento da Terra e do Sol, na faixa de raios-X, infravermelho e visível.
- Divulgar e estimular estudantes de nível secundário e universitário nos estudos do espaço próximo à Terra, nas consequências da relação Sol-Terra e na utilização do laboratório espacial para desenvolvimento de experimentos especiais, sem a interferência da gravidade.
- Obter, de maneira economicamente viável para o Brasil, um lugar nesta segunda estação orbital para colocar seus experimentos científicos e utilizar outras medidas que também sejam de nosso interesse, efetuadas e obtidas pelos diversos grupos participantes e que estarão sendo realizadas na estação, durante os próximos 15 anos.

A Rússia obteve um surpreendente progresso no estudo e no desenvolvimento da tecnologia espacial. A estação orbital MIR, serviu durante 11 anos para a realização de inúmeras experiências científicas no espaço e para o treinamento de espaçonautas de diversas nações, com o emprego de diferentes técnicas de longa sobrevivência no espaço. O prosseguimento desta bem sucedida missão, está na construção e operação da próxima estação orbital internacional, onde a participação da Rússia, praticamente corresponde à continuidade da MIR e decorre de sua competência anterior na área.

A Unicamp, desde 1982, através do Instituto de Física “Gleb Wataghin”, colabora cientificamente com diversos laboratórios de ensino e pesquisa da Rússia, sobre os estudos da radiação cósmica, principalmente a de origem solar.

Desde essa data até nossos dias, foram efetuadas diversas pesquisas conjuntas entre os laboratórios pertencentes à Unicamp e à Academia de Ciências da Rússia.

Assim, o IFGW, tem experiência em física espacial, principalmente no estudo da atividade solar e de seus efeitos na dinâmica de confinamento de partículas nas camadas de radiação.

O CEPAGRI, por sua vez, utiliza as imagens de satélites no visível e no infravermelho, para pesquisas em climatologia; recursos naturais; planejamento agrícola; zoneamento ecológico e climático; levantamento e mapeamento de fenômenos meteorológicos extremos (tornados, geadas, secas, etc.); modelos gráficos para determinação de potencial de incêndios em matas; desenvolvimento de modelos para estimativa de produção de biomassa; modelos estatísticos para homogeneização climática regional e modelos para monitoramento de bacias hidrográficas.

O crescente interesse pela utilização do sensoriamento remoto em aplicações como o monitoramento de queimadas, o acompanhamento do estado da vegetação e a determinação da temperatura da superfície terrestre, por exemplo, é justificado pelas vantagens que esta técnica proporciona à gestão dos recursos naturais, tais como:

- Disponibilidade de dados multiespectrais;
- Possibilidade de detecção rápida de mudanças das condições vegetais terrestres;
- Realização de coberturas repetidas sobre uma mesma região;
- Facilidade de registro permanente das informações obtidas;
- Capacidade de integração de pesquisas existentes em diversos sistemas de monitoramento.

VANTAGENS (da participação Brasileira no segmento russo)

Outro fato importante é o grande intervalo de vida útil da estação, planejada para operar durante um ciclo solar completo (11 anos) e, ao colocar experimentos brasileiros no espaço, através dessa colaboração, poder efetuar medidas nesse longo período. Além disso, teremos acesso às informações e dados dos outros projetos inscritos no segmento russo.

Temos também grande interesse em usar essa oportunidade para, nos próximos anos, incentivar e renovar pesquisadores e alunos na área de ciências e engenharia espacial, complementando grupos excelentes existentes no INPE e no CTA.

O incentivo de novos estudos e novas idéias, proporcionado a alunos do segundo grau, a graduandos e pós-graduandos de universidades e centros brasileiros, utilizando os recursos de uma estação orbital, é de fundamental importância em nossos dias. A disseminação da idéia de construção de pequenos satélites científicos e de pequenos experimentos, é muito incentivadora e desafiadora para as novas gerações de estudantes. É importante fazer isto agora no Brasil. Há um enorme descrédito pela ciência e pelos estudos em geral por parte de nossa juventude, que é fruto do desestímulo e da falta de perspectivas. Tanto na Europa, Ásia e EUA, diversos alunos de instituições de ensino secundário, graduandos e pós-graduandos de universidades e centros de pesquisa, preparam micro e mini-experimentos para voar a bordo de satélites científicos e, possivelmente, alguns poderão ser selecionados para utilização na estação espacial.

Nossa sugestão é que se faça um grande esforço por parte da Agência Espacial Brasileira (AEB), através dos Ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia, para implantação desse tipo de programa de incentivo educacional no Brasil, contribuindo assim para a grande melhoria do ensino e da pesquisa em nossas escolas secundárias, universidades e centros de pesquisas.

A oportunidade de se utilizar o módulo russo da ISS, para experimentos científicos brasileiros, seria uma complementação natural e oportuna para a AEB, pois colocaria o Brasil a participar duplamente, pelos módulos americano e russo, sem maior ônus apreciável em relação ao custo inicial planejado para esse fim. O Brasil estaria representado na estação espacial por duas vias: a americana, que privilegia a presença de um cosmonauta brasileiro na estação e a russa, que deseja a prolongação dos trabalhos científicos do estudo da atmosfera terrestre, em particular da região de anomalia magnética, localizada exatamente sobre o território brasileiro.

RESULTADOS ESPERADOS DOS EXPERIMENTOS BRASILEIROS NA ISS

A atividade solar pode afetar a Terra de vários modos, incluindo os efeitos devido às variações do ultravioleta, do infravermelho, dos raios-X e das interações de partículas de alta energia na alta atmosfera. Um desses efeitos é a alteração química da atmosfera, que influi por sua vez na transparência atmosférica e provoca alterações

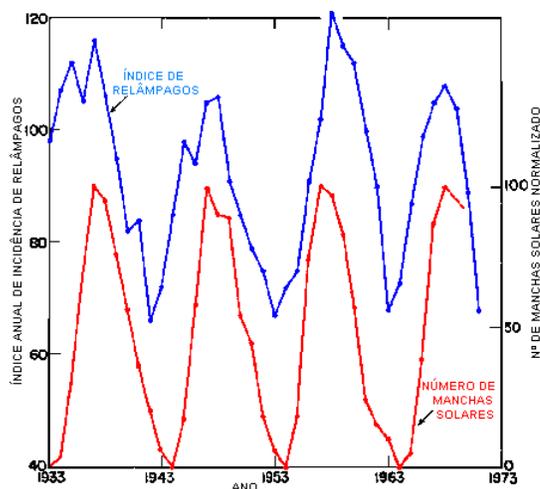


Figura 1 – Ciclo solar e relâmpagos.

meteorológicas.

Atualmente já se sabe que existe uma forte correlação entre o clima e os eventos solares, que abrangem desde explosões solares (*flares*) a variações periódicas da radiação solar. King (1975) e Tinsley (1997), mostraram correlações entre vários eventos solares e chuvas, temperaturas e frequência de relâmpagos na Terra (**Figuras 1 e 2**).

Deve-se notar que essas correlações nunca foram observadas em tempo real, pois até agora nenhum satélite possui detectores monitorando simultaneamente o sol e a alta atmosfera terrestre nos comprimentos de onda que interessam ao estudo da interação Sol - Terra.

O escopo deste projeto é o estudo dos mecanismos dessas correlações na faixa de raios-X, através de um sistema de detectores instalado a bordo da estação orbital (**ISS**). Este sistema permite medir simultaneamente a emissão de raios-X pelo Sol e a resposta da atmosfera e da magnetosfera terrestres à atividade solar nessa faixa. Para entender melhor a interação Sol-Terra através das medidas de raios-X, o grupo de geofísica espacial, da UNICAMP se concentrará na análise dos seguintes tópicos:

- os mecanismos dos ciclos solares;
- a física do vento solar e da heliosfera;
- a dinâmica estrutural da magnetosfera e das regiões adjacentes;
- a interdependência entre a troposfera e estratosfera terrestres e o espaço interplanetário; e
- o efeito do plasma ionosférico na aceleração e propagação das partículas.

As manchas solares estão a uma temperatura aproximada de 1.800 °K abaixo da fotosfera e possuem um ciclo de 10-12 anos, documentado nos últimos 200 anos. Há uma forte relação entre as manchas solares e os *flares*, cujas frequência e intensidade, aumentam próximo a grupos de manchas maiores e de configurações mais complexas.

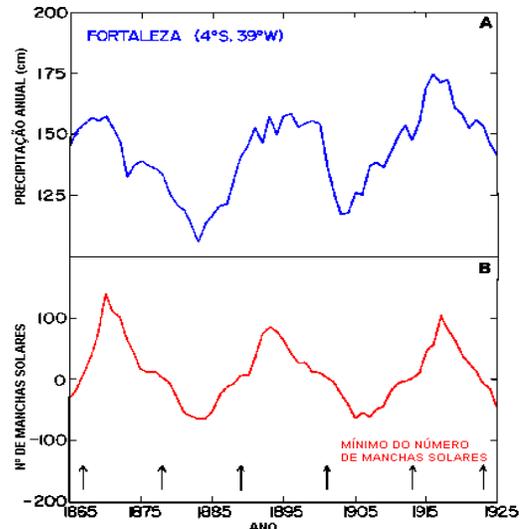


Figura 2 -- Correlação entre chuvas e duplo ciclo solar

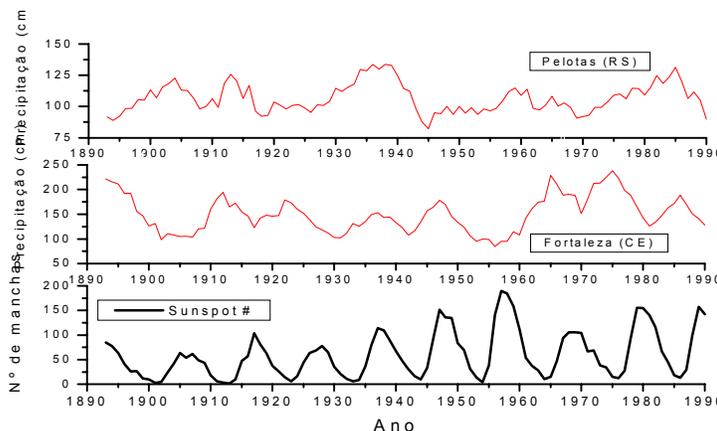


Figura 3 – Comparação entre nº de manchas solares com a intensidade média anual (suavizada) de chuva em Fortaleza (CE) e Pelotas (RS).

Relacionando o número de manchas solares com a intensidade média anual de chuva de Fortaleza (CE) e Pelotas (RS), mostramos na **Figura 3**, a correlação existente. Fizemos somente para estas localidades por serem as poucas existentes com monitoramento de longo tempo da intensidade de chuva no Brasil.

CONCLUSÃO

O experimento a bordo da ISS facilitará a visualização das correlações existentes entre efeitos climatológicos no Brasil, com variações das atividades solares. Procura-se, assim, obter informações globalizadas com especial interesse para o nosso país.

REFERÊNCIAS

King, J.W. *Sun-Weather Relationship, Solar-Terrestrial Physics and Meteorology: A Working Document, Issued by SCOSTEP, c/o National Academy of Sciences, Washington, USA.*

Tinsley, B.A., *Do effects of Global Atmospheric Electricity on Clouds Cause Climate Changes ?, EOS, Transactions,*

AGU, 78, N. 33, 341-349, 1997.

Martin, I.M.; Gusev, A.A.; Pugacheva, G.I.; Turtelli Jr., A.; "About The Origin of Charged Particles In Inner Radiation Belts". *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, n. 2, vol. 57, 201-204, Pergamon Press, England, 1995.

Gusev, A.A.; Martin, I.M.; Pugacheva, G.I.; Silva Mello, M.G.; Pinto, H.S.; Zullo Jr., J.; Bezerra, P.C.; Kudela, K.; "The Study of Solar-Terrestrial Connections in the Brazilian Magnetic Anomaly region". *Revista Brasileira de Geofísica*, vol. 13, n. 2, 119-125, 1995.

Stozhkov, Yu.I.; Zullo Jr, J.; Martin, I.M.; Pellegrino, G.Q.; Pinto, H.S.; Bazilevskaya, G.A.; Bezerra, P.C.; Makhmutov, V.S.; Svirzevskii, N.S.; Turtelli Jr, A.; "The Influence of cosmic ray fluxes on rain precipitations". *Izvestiya Akademii Nauk, RAN, Fizicheskaya*, vol. 59, n. 4, 129-134, Moscow, Russia, 1995.

Stozhkov, Yu.I.; Zullo, Jr., J.; Pelegrino, G.Q.; Martin, I.M.; Pinto, H.S.; Turtelli, Jr., A.; Mello, M.G.S.; "Rainfalls during Great Forbush-decreases and Powerful Solar Particle events". *Il Nuovo Cimento C*, vol. 18, n. 3, p. 335-342, Italy, 1995.

Lazutin, L.; Bezerra, P.C.; Fagnani, M.A.; Pinto, H.S.; Martin, I.M.; Silva Mello, M.G.; Turtelli Jr, A.; Zhavkov, V.; Zullo Jr, J.; "Surface Ozone Study in Campinas Industrial Region of Brazil". *Atmospheric Environment*, vol. 30, n. 15, p. 2729-2738, England, 1996.

Stozhkov, Yu. I.; Pokrevsky, P.E.; Zullo Jr., J.; Martin, I.M.; Ohlopkov, V.P.; Pinto, H.S.; Pellegrino, G.R.; Bezerra, P.C.; Turtelli Jr., A.; "The influence of charged particle fluxes on precipitations". *Geomagnetism i Aeronomia*, vol. 36, n. 4, p. 211-216, Rússia, 1996.

Jayanthi, U.B.; Pereira, M. G.; Martin, I.M.; Stozhkov, Yu.; D'Amico, F.; Villela, T.; "Electron precipitation associated with geomagnetic activity: Balloon observation of X ray flux in South Atlantic anomaly" *Journal Geophysical Research*, vol. 102, n. A11, p. 24069-24073, november 1, USA, 1997.

Jayanthi, U.B., M.G. Pereira, I.M. Martin, N.B. Trivedi, L. Lazutin; "X-ray observations in the SAA-pulsations in electron precipitation accompanied by Pc4 events" *Adv. Space Res.*, vol. 20, n. 3, p.509-512, England, 1997.

Kudela, K., Martin, I.M., Shuiskaya, F. K., Mogilevsky, M.M., Jiricek, F., "Pulsations of precipitating energetic electrons: Active satellite data", *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, vol. 60, p. 643-653, England, 1998.

Zullo Jr., J., Bezerra, P.C. *Correção Atmosférica de Imagens de Satélite Utilizando o 5S*, VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 7p, 1993.

Zullo Jr., J., Guyot, G., Gu, X.F., Bezerra, P.C. *Importância da Correção Atmosférica no Cálculo do Índice de Vegetação a Partir de Imagens de Satélite*, XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campinas, 18-21 julho, 12p, 1994b.

Zullo Jr., J., Pinto, H.S. Zullo, S.A., Pellegrino, G.Q. *Importância da Correção Atmosférica no Cálculo do Índice de Vegetação NDVI a Partir de Imagens do Satélite NOAA-14*, IV Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo, 4-6 novembro, p.119-128, 1997.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à Academia de Ciências da Rússia e ao Reitor da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Brasil, pelo empenho demonstrado no estabelecimento da cooperação internacional que resultou neste projeto.