

Sub-comissão de ASTROBIOLOGIA, ASTROQUÍMICA E EXOPLANETAS

RELATOR: E. Janot-Pacheco; MEMBROS: H. Boechat-Roberty, C. Lage, E. Picazzio, J. Renan de Medeiros

PREÂMBULO: Apesar de bastante correlatos, os três temas desta sub-comissão tem personalidade própria, e uma fusão deles não é recomendada. Assim, serão tratados separadamente a seguir.

ASTROBIOLOGIA

INTRODUÇÃO

Astrobiologia é o estudo das origens, evolução, distribuição e futuro da vida no universo, baseado em pesquisas multidisciplinares envolvendo astronomia, biologia molecular, bioquímica, ecologia, ciências planetárias, ciências da informação, tecnologias de exploração espacial e disciplinas correlatas. Seu objetivo principal é procurar e estudar ambientes potencialmente habitáveis dentro e fora do Sistema Solar, baseando-se em pesquisas de laboratório e de campo, sobre as origens e evolução da vida primitiva na Terra.

O Grupo Brasileiro de Astrobiologia, cadastrado no CNPq como AstroBio-Brazil, iniciou formalmente suas atividades em março de 2006, com a realização do “1st Brazilian Workshop on Astrobiology”, no Forum de Ciências e Cultura (RJ). O AstroBio-Brazil foi formalmente integrado à rede do *European Astrobiology Network Association (EANA)* em 24/10/2007. Isso representou um passo importante para as atividades do grupo no país, na medida em que abre a possibilidade de colaborações e intercâmbio com cientistas europeus da área.

LINHAS DE PESQUISAS NO BRASIL

A atividade de pesquisa em astrobiologia tem aumentado progressivamente nos últimos anos, impulsionada pelo interesse da comunidade no tema, pelo crescente acesso a dados obtidos com telescópios espaciais e terrestres e sondas espaciais, com desempenhos cada vez maiores, pelo incentivo das agências de fomento em financiar projetos interdisciplinares de grande escopo, e pelo interesse do público.

A) AstroLab – trata-se de um “Laboratório de Astrobiologia”, criado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (IAGUSP), a ser instalado no Observatório Abrahão de Moraes (OAM), em Valinhos, para apoiar pesquisas conjuntas nas áreas de astronomia, biologia e química. Presume-se que tal laboratório venha a se tornar um centro de pesquisa interdisciplinar, supra-institucional, aberto a usuários externos engajados em pesquisas relacionadas com astrobiologia. Além do financiamento já provido pelo INCT INEspaço, serão necessários recursos adicionais para a montagem da estrutura de laboratórios e compra de equipamentos, estimamos em cerca de R\$2.000.000,00.

B) AstroCam – estas “Câmaras de Simulação de Ambientes Espaciais e Planetários” permitirão simular com precisão parâmetros ambientais como pressão, composição química, temperatura e radiação, replicando os ambientes espacial (ultra-alto vácuo) e planetários (atmosferas e superfície). Para tanto, essas câmaras terão dispositivos simuladores de radiação ultravioleta, visível e infravermelha, de raios-X, inclusive produzidos pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), e de radiação particulada, produzida por canhões de elétrons e íons, bem como a possibilidade de utilização de aceleradores de partículas (DFN-IF/USP). Serão empregadas técnicas de detecção por espectroscopia UV-Vis, Raman, IR e de massa. O projeto será financiado pelo Instituto Nacional MCT-CNPq INEspaço e contará com cooperação de pesquisadores da EPUSP, do LNLS e da University of Hawaii.

Estudos a serem realizados com essas câmaras:

B1) Detecção de danos em material biológico por espectroscopia Raman: esta pesquisa é importante para o desenvolvimento de protocolos para detecção de sinais biológicos em superfícies de objetos planetários. Projeto a ser desenvolvido em cooperação com o centros de Astrobiologia da Espanha, da Reino Unido (Bradford University) e da Bélgica (Ghent University).

B2) Estudos teóricos de interação de radiação com a matéria ou organismos: importantes para a compreensão dos efeitos protetores e catalíticos de diferentes materiais que poderiam envolver material biológico e moléculas pré-bióticas na superfície de planetas, satélites, meteoritos e cometas.

B3) Colunas de Winogradsky marcianas: simulações por longos períodos de tempo de comunidades microbianas em colunas, sob condições ambientais marcianas. O estudo dos efeitos das comunidades na resistência já vem sendo feito no deserto do Atacama, por colaboradores da PUC-Chile.

B4) Microbiologia ambiental em laboratório a ser construído: o objetivo é manipular amostras ambientais e isolar micro-organismos de interesse astrobiológico. Este projeto será feito em cooperação com pesquisadores do PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro) e da PUC-Chile, e já recebeu recursos através do edital CNPq PRO-ANTAR.

B5) Efeitos da radiação e microbiologia atmosférica: serão utilizados balões e foguetes para estudar o comportamento biológico às condições de baixa pressão e alta radiação solar e coletar material atmosférico. Pesquisadores colaboradores dos centros NASA-AMES, INPE e Mackenzie participam desta linha de pesquisa. Uma colaboração com o AMES prevê a utilização conjunta das instalações do LNLS e das AstroCams para testar diversos micro-organismos em condições extraterrestres. Um projeto de microsatélite científico capaz de realizar testes biológicos em órbita está sendo desenvolvido em conjunto com engenheiros da Escola Mauá de Engenharia.

B6) Espectroscopia Raman de meteoritos: estudo da composição química e dos processos de formação de meteoritos por espectroscopia Raman, feito em colaboração com Museu Nacional (UFRJ).

B7) Divulgação científica e ensino: origem da vida e vida em outros planetas são temas que despertam grande interesse do público. A instalação do AstroLab no OAM/USP (Valinhos, SP) dará suporte às atividades de divulgação na região. .

Astroquímica

INTRODUÇÃO

A Astroquímica é uma área relativamente nova, que está na interface entre a Astronomia, a Física e a Química tendo como foco principal o estudo da formação, destruição e abundância de moléculas em diversos ambientes tais como nuvens moleculares, regiões de nascimento estelar, nebulosas planetárias, discos protoplanetários, atmosferas planetárias, cometas etc. Um dos temas instigantes abordados pela Astroquímica é o estudo da química orgânica prebiótica para compreender a origem da vida na Terra. Dependendo das condições físico-químicas dos ambientes, as moléculas poderão estar na fase gasosa ou condensadas na superfície de grãos de poeira interestelar, cometas, etc. A astroquímica pode ser dividida em 3 subáreas: observacional, teórica e experimental. Descrevemos abaixo algumas atividades na área desenvolvidas ou planejadas no país. Existem grupos de pesquisa em astroquímica na UFRJ, PUC-Rio, IAG-USP, UNIVAP e UFBA.

LINHAS DE PESQUISAS NO BRASIL

A) Astroquímica observacional: Muitas das assinaturas das mais importantes espécies iônicas e neutras moleculares são encontradas nos comprimentos de onda milimétricos. Os interferômetros ALMA (Atacama Large Millimeter Array) e LLAMA (Long Latin American Millimetric Array), construídos com equipamentos de última geração, terão sensibilidade e resolução angular suficientes para identificar um grande número de moléculas e permitir o mapeamento da distribuição de moléculas pré-bióticas em ambientes extraterrestres diversos. Por outro lado, os telescópios Gemini são otimizados para observações no infravermelho, possibilitando a detecção de moléculas nas frequências das bandas das transições ro-vibracionais.

B) Astroquímica teórica: Tendo como vínculo as observações, modelos são desenvolvidos na tentativa de se descrever diferentes cenários químicos ou físico-químicos como, por exemplo, a evolução química de uma nuvem molecular em função das abundâncias atômicas iniciais, do tempo ou das principais reações químicas em certa altitude dentro da atmosfera de um planeta. Essas questões, bem como muitas outras, são estudadas teoricamente dentro da subárea da astroquímica teórica. O principal desafio desses modelos é incorporar a complexidade de reações químicas que ocorrem na superfície de grãos.

C) Astroquímica experimental : ciência multidisciplinar que investiga, a partir de experimentos de laboratório, questões acerca da presença, formação e sobrevivência de moléculas em ambientes. A interação da radiação ionizante (fótons, elétrons ou íons) com moléculas, em ambas as fases, disparam processos dissociativos e reações químicas cuja consequência é um aumento contínuo da complexidade química nesses ambientes.

Nos experimentos que envolvem a fase gasosa são simulados, por exemplo, a componente gasosa do meio interestelar, atmosferas de planetas, comas cometárias e outros ambientes astrofísicos que contenham espécies químicas nessa fase. Nos experimentos que envolvem a fase condensada em grãos de poeira, investigam-se ambientes de baixas temperaturas (10 a 100 K) como meio interestelar/circunstar e discos protoplanetários. Também são investigadas as superfícies congeladas de planetas, satélites, asteróides, cometas, aerossóis em suspensão em atmosferas de planetas, satélites e outros objetos.

C1. Experimentos na fase gasosa (meio interestelar e atmosferas de planetas e satélites): Nas investigações que envolvem moléculas na fase gasosa estuda-se: a) as reações químicas entre espécies neutras, iônicas, radicais e/ou elétrons de baixa energia; b) a interação de fótons, elétrons e íons com diversas espécies moleculares, para determinar as seções de choque de absorção, ionização e dissociação, as taxas de ionização e destruição, e tempos de meia vida de cada molécula em diversos ambientes. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) em Campinas, SP, é um dos laboratórios utilizados para estes experimentos.

C2. Experimentos na fase condensada (grãos de poeira interestelar, cometas, aerossóis, etc.): Vários processos estão envolvidos no estudo da interação de agentes ionizantes (elétrons, fótons e íons) com moléculas congeladas na superfície de grãos: adsorção (gás-grãos); dessorção térmica, dessorção induzida por íons (radiólise), dessorção induzida por UV e raios X (fotólise). Como decorrência temos a taxa de formação de novas moléculas, a produção aglomerados iônicos, a determinação de taxas de reação, seções de choque e tempos de meia vida e taxas de adsorção, dessorção e etc.

C3. Dessorção: através de experimentos procura-se compreender melhor os efeitos de superfície promovidos pela radiação ionizante nos gelos astrofísicos, bem como estudar a formação de agregados de moléculas que são arrancados da superfície devido ao impacto com íons pesados rápidos.

C4. Fotólise de gelos astrofísicos simulados: simula-se os efeitos da radiação estelar utilizando a radiação síncrotron do LNLS na faixa do UV ou raios X moles interagindo com aminoácidos e bases nitrogenadas em fase sólida. Os resultados sugerem que essas moléculas, supostamente sintetizadas no interior de nuvens densas do meio interestelar, não seriam dissociadas durante a fase de formação de um dado sistema planetário, podendo assim ter um papel importante na química pré-biótica relacionada com a origem da vida.

C5. Radiólise de gelos astrofísicos simulados: o objetivo é investigar os efeitos da interação de íons pesados com gelos astrofísicos simulados na tentativa de reproduzir os efeitos dos raios cósmicos ou partículas enérgicas do vento solar. Os experimentos serão realizados dentro de uma câmara de ultra-alto vácuo acoplado a uma linha de luz europeia a ser definida.

D) Necessidades : aquisição de equipamentos que poderão ser utilizados por todos os laboratórios envolvidos na Astroquímica experimental, como o LNLS, os laboratórios da UFRJ, da PUC-Rio e os que estão sendo implantados . Total de US\$ 87,000.

BUSCA POR EXOPLANETAS

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a comunidade brasileira tem demonstrado uma necessidade crescente de um instrumento capaz de agregar características de alta resolução e grande cobertura espectral. Por outro lado, a busca por sistemas planetários extrassolares é um tema que tem recebido crescente atenção internacional, figurando com destaque nos planos decenais americano e europeu para a próxima década (Astro2010 Decadal Survey http://sites.nationalacademies.org/bpa/BPA_049810 e Astronet -<http://www.astronet-eu.org/>).

Este projeto brasileiro visa construir um espectrógrafo capaz de detectar planetas extrassolares de pequena massa. O “Ultra High Accuracy Radial velocity Planet Searcher (U-HARPS-Brasil) será dedicado essencialmente à procura de planetas extrassolares através da técnica de medidas ultra-precisas de velocidade radial. Ele será montado em um telescópio da classe 4 a 10 metros. O programa-chave será a busca por planetas, caracterização e “follow-up” de missões espaciais tais como CoRoT, PLATO, KEPLER e GAIA. O U-HARPS-Brasil estará disponível à comunidade astronômica brasileira para uma grande variedade de outros programas observacionais em diferentes domínios. Um instrumento deste porte representa uma oportunidade única de transpor os limites da instrumentação existente atualmente e compor uma grande base de dados capaz de testar as novas teorias de formação de planetas em torno das estrelas, e traz uma efetiva possibilidade de levar o Brasil a uma posição realmente competitiva no cenário científico e tecnológico internacional.

Este espectrógrafo é do tipo HARPS, mas com uma altíssima (ultra high accuracy) precisão na medida da velocidade radial, da ordem de alguns cm/s. O projeto será coordenado e desenvolvido na UFRN em colaboração com diversas instituições brasileiras (UERN, UFRJ, USP) e em parceria com o Observatório de Genebra que é hoje o líder mundial nessa tecnologia de detecção de exoplanetas. A principal motivação deste projeto está baseada no fato que, nos próximos 15 anos, a busca por planetas extrassolares ainda será dominada por instrumentos baseados na técnica de medidas de velocidade radial com alta precisão, sobretudo para a detecção de planetas extrassolares rochosos (isto é, pequenos, com massas menores do que uma dezena de massas terrestres).

U-HARPS E AS COLABORAÇÕES INTERNACIONAIS COM SATÉLITES

Além de observações do solo, os últimos anos foram marcados por diversas missões espaciais desenvolvidas com o intuito de detectar e caracterizar novos sistemas planetários, dentre as quais podemos destacar as missões CoRoT e KEPLER. Para um futuro próximo são anunciadas as missões PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars), ao qual o Brasil está associado, e GAIA, da qual fazem parte brasileiros.

O Brasil participa formalmente desde o início da missão espacial CoRoT (estendida até 2012) e é membro formal do consórcio que está desenvolvendo e irá operar a missão espacial PLATO (o super CoRoT). O PLATO é uma das missões selecionadas até agora pela ESA, num dos seus programas centrais, ‘Cosmic Visions’, com o objetivo de detectar e caracterizar planetas extrassolares através da assinatura de trânsitos e medir oscilações sísmicas das estrelas centrais, a fim de compreender as propriedades dos sistemas planetários. PLATO é a o grande destaque da próxima geração dos instrumentos especializados na busca por planetas, construídos para suceder as missões CoRoT e Kepler.

O estudo da evolução dos sistemas planetários não pode ser considerado como algo isolado, sem levar em consideração a evolução estelar. Não podemos igualmente entender como os planetas são formados e como eles evoluem sem o conhecimento da formação e evolução estelares. Não podemos caracterizar bem um sistema planetário sem antes caracterizar precisamente sua estrela central. A filosofia básica por trás da missão PLATO é estudar precisa e completamente o sistema planetário como um todo, i.e., a estrela e os planetas observados com o mesmo instrumento e a mesma técnica.

Faltam ainda facilidades observacionais sólidas para o follow-up da missão PLATO, em particular no campo da espectroscopia de alta resolução. Considerando que uma das metas do experimento é a busca por planetas do tipo da Terra, um espectrógrafo com precisão da ordem de poucos centímetros/segundo em velocidade radial passa a ser vital para o sucesso da missão. A espectroscopia infravermelha durante o trânsito secundário também poderá oferecer as condições necessárias para a determinação das características físicas da atmosfera dos referidos planetas. Em suma, para os trânsitos planetários obtidos através de observações no espaço, as observações em solo representam um passo crucial na determinação da natureza do evento e conseqüentemente na medida precisa da massa do planeta.

A) Detecção de pequenos planetas rochosos de curto período: Em busca de novas "Terras" : A procura de análogos terrestres é fascinante, numa perspectiva astrobiológica, e a detecção de sistemas planetários de pequena massa será um dos esforços observacionais de destaque do UHARPS-Brasil. A combinação de um espectrógrafo de ultra-alta resolução na região do visível e um telescópio de 4 a 10 metros dedicado produzirá resultados consideráveis nesta direção. Além do mais, o estudo da dinâmica de sistemas planetários (atividade desenvolvida atualmente no Brasil) necessita de um acompanhamento a longo prazo associado a novos desenvolvimentos teóricos. Neste sentido, o novo instrumento colocará em evidência os efeitos seculares (p. ex., a excentricidade) podendo também necessitar de medidas dedicadas e pontuais para objetos pré-estabelecidos (para efeitos da circularização). permitirá atingir-se uma precisão capaz de detectar análogos terrestres.

B) Outras aplicações astrofísicas inéditas: Asterossismologia de alta precisão, Follow-up dos objetos da base de dados do GAIA, Análise química ultra precisa de estrelas, Estudo detalhado da estrutura de bandas interestelares, Estudos detalhados de velocidades radiais e da rotação estelar, Tomografia Doppler de altíssima resolução de binárias e de estrelas ativas

C) Apêndice: o espectrógrafo U-HARPS-Brasil, tem custo estimado em R\$ 8 milhões e necessita um telescópio de 6m de diâmetro, projetado e dedicado a ele, com custo estimado em R\$ 10 milhões. Três possibilidades estão sendo estudadas para a construção do observatório que abrigará o referido experimento: (1) Um dos picos da região serrana de Rio Grande do Norte, com altitudes de aproximadamente 800m; (2) Um dos picos das regiões serranas de Pernambuco, Ceará e Bahia, com altitudes de aproximadamente 1300m; (3) Em regiões do Chile onde já existem observatórios astronômicos, incluindo ESO, CTIO e Las Campanas. Neste caso, uma instituição chilena será convidada a participar deste programa.