

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/ON-MCTI

JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO OBSERVATÓRIO NACIONAL – 2014/II

## JICON-2014 II



Daniel R. Franco (2014)

## — LIVRO DE RESUMOS —

Rio de Janeiro, 02 de dezembro de 2014.



**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica –  
PIBIC/ON-MCTI**

## **Objetivos**

- *Despertar vocação científica e incentivar novos talentos potenciais entre estudantes de graduação, mediante a sua participação em projetos de pesquisa, preparando-os para o ingresso na pós-graduação;*
  - *Contribuir para reduzir o tempo médio de titulação de mestres e doutores.*
- 

## **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**

### **Observatório Nacional (ON-MCTI)**

**Diretor:** Dr. João Carlos Costa dos Anjos

**Diretora-substituta:** Dra. Daniela Lazzaro

#### **Coordenação de Astronomia e Astrofísica (COAA)**

**Coordenador:** Dr. Jailson Souza de Alcaniz

#### **Coordenação de Geofísica (COGE)**

**Coordenador:** Dr. Andrés Reinaldo Rodriguez Papa

#### **Coordenação de Administração (COAD)**

**Coordenador:** José Ricardo Silva de Oliveira

#### **Grupo de Pesquisa em Astronomia (GPA)**

**Representante:** Dr. Roberto Vieira Martins

#### **Divisão de Tecnologia da Informação (DTIN)**

**Responsável:** Bruno Bazzanella

#### **Divisão de Informação e Documentação (DIID)**

**Responsável:** Kátia Teixeira dos Santos de Oliveira

#### **Divisão Administrativa (DIAD)**

**Responsável:** Luiz Carlos Pereira da Silva

#### **Divisão do Serviço da Hora (DSHO)**

**Responsável:** Ricardo José de Carvalho

#### **Divisão de Programas de Pós-Graduação (DPPG)**

**Responsável:** Dra. Valéria Cristina Ferreira Barbosa

#### **Divisão de Atividades Educacionais (DAED)**

**Responsável:** Dr. Carlos Henrique Veiga

# — ÍNDICE —

---

<b>Astronomia .....</b>	<b>4</b>
Asteróide (4) Vesta: Uma síntese sobre suas propriedades físico-químicas e o contexto de sua complexa problemática. <i>André Forecchi Giovanni (Geofísica - UFF); Orientadora: Dra. Daniela Lazzaro</i>	4
Busca por Aglomerados de Galáxias no Dark Energy Survey <i>Caio Pumar Freitas (Física - UFF); Orientador: Dr. Ricardo Lourenço C. Ogando</i>	6
O Campo Gravitacional com Simetria Axial <i>Guilherme Torres Clemente (Física - UFF); Orientador: Armando Bartolome Bernui Leo</i>	8
A Evolução Cósmica de Galáxias Ativas <i>João Gabriel Alencar Caribé (Física - UERJ); Orientador: Dr. Roderik Adriaan Overzier</i>	9
Desenvolvimento de um catálogo com os dados do projeto ALHAMBRA utilizando a nova ferramenta de análise CHEFs <i>Leonardo Bezerra Lima (Física - UERJ); Orientadora: Dra. Yolanda Jiménez-Teja</i>	10
Examinando Propriedades de Galáxias com Códigos de Ajuste de Padrões Espectroscópicos <i>Luiz Felipe Melo de Menezes (Astronomia - UFRJ); Orientador: Dr. Paulo Sérgio de S. Pellegrini</i>	11
Estudo dos Parâmetros Físicos de Candidatas a Estrelas com o Fenômeno B[e] <i>Mariana Aragão Fernandes (Física - UFRJ); Orientador: Dr. Marcelo Borges Fernandes</i>	12
A Física de Galáxias Starburst <i>Marianna Melo Dabal (Física - UFRJ); Orientador: Dr. José Eduardo Telles</i>	13
Espectroscopia Espacialmente Resolvida com o Satélite Suzaku de Aglomerados de Galáxias Relaxados <i>Thaís Mendonça Marques (Física – UFRJ); Orientador: Renato de Alencar Dupke</i>	14
<b>Geofísica .....</b>	<b>16</b>
Análise preliminar de correntes geomagneticamente induzidas entre 2003 e 2006 na linha de transmissão Itumbiara-São Simão <i>Camila Silva de Lima (Geofísica – UFF); Orientador: Dr. Gelvam A. Hartmann</i>	16

Instrumentação/Equipamento de Geofísica .....	18
<i>Cristina de Souza (Eng. Elétrica – UERJ); Orientador: Dr. Emanuele F. La Terra</i>	
Solução do problema inverso através do método de Monte Carlo .....	19
<i>Júlio César O. R. Volotão (Física – UERJ); Orientador: Dr. Cosme F. da Ponte Neto</i>	
Análise das Propriedades Petrográficas e Petrofísicas da Arenitos do .....	21
Grupo Itararé – Bacia do Paraná	
<i>Olívia de Moraes França; Orientador: Dr. Giovanni Chaves Stael</i>	
Análise de sinais cicloestratigráficos e a escala de tempo geológico .....	22
<i>Ricardo Sant'Anna Martins (Oceanografia – UERJ); Orientador: Dr. Daniel R. Franco</i>	
Argilosidade nos Sedimentos Clásticos Atravessados pelo Poço .....	24
RJS0019 (Reservatório de Namorado, Bacia de Campos)	
<i>Thais Mallet de Castro (Geofísica – UFF); Orientador: Dr. Jorge Leonardo Martins</i>	
Simulação Numérica de Vagarosidades Sônicas em Sedimentos Clásticos para Casos Específicos de Composição Mineralógica, Porosidade e .....	25
Saturação de Fluidos	
<i>Thiago Araújo D. Moreira (Geofísica – UFF); Orientador: Dr. Jorge Leonardo Martins</i>	
Correlações entre periodicidades observáveis em dados geomagnéticos e .....	27
solares	
<i>William Miguel Pires de Oliveira (Física – UERJ); Orientador: Dr. Daniel R. Franco</i>	
<b>Cronograma .....</b>	<b>28</b>

# Astronomia

---

## **Asteróide (4) Vesta: Uma síntese sobre suas propriedades físico-químicas e o contexto de sua complexa problemática**

Aluno: André Forecchi Giovanni

Orientadora: Dra. Daniela Lazzaro

Início do projeto: agosto/2014

Curso: Geofísica (Universidade Federal Fluminense; 4º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2018

O nosso conhecimento acerca do Sistema Solar está aumentando dramaticamente nos últimos anos, isso graças à evolução tecnológica e as tantas missões espaciais que vem nos mostrando novas perspectivas sobre o universo. Entre tantas é necessário mencionar a missão DAWN elaborada pela NASA, missão essa que fornece os dados-base para o então projeto, o qual consiste em analisá-los e interpretá-los, compreendendo tanto o contexto geológico/morfológico como toda a problemática associada a esse primeiro objeto de estudo: O asteróide (4) Vesta, provavelmente o único remanescente dos asteróides que se diferenciaram sendo assim, um corpo planetário congelado no tempo de uma época ainda muito inexplorada, a formação do Sistema Solar.

(4) Vesta é totalmente diferenciado com um núcleo de níquel-ferro seguido de um manto de olivina e a sua superfície é dominada por rochas basálticas, possuindo um diâmetro de 512km e uma superfície recoberta de inúmeras estruturas geológicas, como por exemplo, montanhas, estrias, escarpas, depressões e inúmeras crateras dentre as quais se destacam claramente Rheasivia e Veneneia, representando assim um corpo um tanto quanto complexo. O espectro desse asteróide se encaixa dentro dos meteoritos acondritos basálticos, em particular os Euclites, Diognites and Howardites (HED), é sabido desse grupo que fora formado cerca de 3 milhões de anos após a formação do cinturão de asteroides seguido da diferenciação do manto, cerca de 1 milhão de anos depois. Ou seja, estamos falando dos primórdios do Sistema Solar, e novas descobertas abrem novamente a discussão a cerca de como realmente foram os processos e o contexto os quais estavam envolvidos, isso porque os modelos os quais explicavam a formação das estruturas as quais observamos hoje, não batem com as atuais descobertas e estudos sobre os pequenos corpos do sistema solar, pontos decisivos para um profundo debate como o processo de diferenciação, a dinâmica de colisões e a origem do material basáltico no Cinturão de Asteroides.

O projeto consiste no entendimento de toda essa complexidade de eventos, focando na análise e interpretação a um primeiro momento, para que com essa ferramenta, em um processo subsequente, possa ser elaborado um mapa geológico da superfície de Vesta com todas as suas diversas estruturas, comparando-o com os publicados de forma a validar o processo.

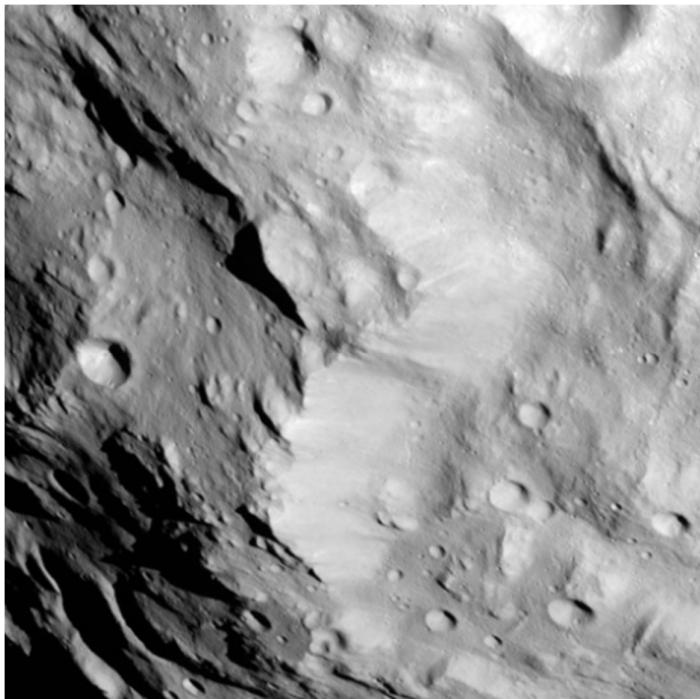


Figura: Nesta imagem de (4) Vesta, podemos observar diversas crateras provenientes de impactos, montanhas e estrias, tudo dentro da imensa cratera Rheasilvia. Imagem obtida através de dados disponíveis publicamente pela NASA, através do Small Bodies Image Browser, ferramenta utilizada para análise das imagens

## Busca por aglomerados de galáxias no Dark Energy Survey

Aluno: Caio Pumar Freitas

Orientador: Dr. Ricardo Lourenço C. Ogando

Início do projeto: julho/2014

Curso: Física (Universidade Federal Fluminense; 6º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2015

Aglomerados de galáxias são as maiores estruturas gravitacionalmente ligadas do universo: centenas e até milhares de galáxias se movendo dentro do mesmo poço de potencial gravitacional. O estudo destas estruturas é de particular interesse para analisar a dinâmica do Universo e determinar valores precisos de parâmetros cosmológicos, em particular relacionados ao estudo da energia escura, responsável pela expansão acelerada do universo.

O Dark Energy Survey (DES) é um projeto em andamento com duração prevista de cinco anos que tem como um dos objetivos montar uma amostra inédita de aglomerados de galáxias. Juntamente com três outros vínculos: Supernovas, Lentes gravitacionais fracas, e Oscilação Acústica de Bárions, pretende levar a análise do problema da energia escura a um novo patamar. Cobrindo 5.000 graus quadrados, serão observadas cerca de 400 milhões de galáxias com um desvio para o vermelho ( $z$ ) de até 1.4 e espera-se detectar mais de 100.000 aglomerados até o fim do projeto. O primeiro ano de observações já foi completo e dezenas de milhões de galáxias estão disponíveis para análise preliminar pela colaboração.

Entretanto, anterior ao início das operações do Dark Energy Survey foi feito um período de Science Verification (SVA1). Esta consiste de observações em um campo de ~100 graus quadrados com finalidade de testar o funcionamento dos componentes e processos até a profundidade nominal do DES ao final de cinco anos de observações ( $i \sim 24.5$  mag).

Em sinergia com o DES, observando boa parte de sua área de cobertura, o South Pole Telescope (Reichardt et al. 2013) detecta aglomerados acima de uma massa crítica através do efeito SZ (Sunyaev & Zel'dovich 1972) obtendo 100% de completeza, para  $M_{500} \approx 5 \times 10^{14} M_\odot$  h-170 em  $z > 0.6$ . Dessa forma, tomamos esse catálogo como fiducial para uma comparação com outro produzido por um algoritmo de busca de aglomerados no óptico, o redMaPPer (Rykoff et al. 2014).

De modo a ganhar familiaridade com os dados do DES e os catálogos de aglomerados, utilizamos a ferramenta Tile Viewer do portal científico do DES produzido pelo LNLeA (ON, LNCC, e RNP) para avaliar os catálogos SPT e redMaPPer superpostos às imagens co-adicionadas do DES SVA1. Verificamos que existe grande coincidência entre ambos os catálogos, mas alguns casos apresentam uma maior discordância de centragem, o que é esperado para diferentes métodos, ou até mesmo problemas no mascaramento do catálogo co-adicionado, o que já foi corrigido. De

modo a quantificar melhor, utilizamos o programa topcat para fazer a correlação entre catálogos em dois estágios: match 2D (RA, Dec) e 3D (RA, Dec, z). Dadas as incertezas em z, isso é importante para verificar efeitos de projeção. No primeiro caso, 2D, usamos uma caixa de 1 arcmin e verificamos que dos 22 aglomerados SPT na região de estudo, 16 foram encontrados pelo redMaPPer, já no 3D, com uma incerteza de 0.01, apenas 11 foram encontrados, onde 2 não tinham z no SPT. Não obstante, essa é uma boa taxa de recuperação para uma análise preliminar entre dois métodos bem diferentes, lembrando que algoritmos que atuam no óptico encontram muito mais aglomerados. O próximo passo é aplicar um algoritmo desenvolvido no grupo, WAZP (Benoist et al., em preparação), para encontrar aglomerados no DES, comparar com outros algoritmos e calibrar seu indicador de massa, de modo a se poder calcular parâmetros cosmológicos.

**Referências:**

- Benoist, C. et al. em preparação  
Reichardt, C. et al. 2013 ApJ 763 127  
Sunyaev R, Zel'Dovich YA. B., 1972, Commun. Astrophys. Space Phys., 4, 173  
Rykoff, E. et al. 2014 ApJ 785 104

## O Campo Gravitacional com Simetria Axial

Aluno: Guilherme Torres Clemente

Orientador: Dr. Armando Bartolome Bernui Leo

Início do projeto: agosto/2014

Curso: Física (Universidade Federal Fluminense; 3º período)

Previsão de conclusão da graduação: julho/2017

O objetivo principal de nosso projeto é estudar a dinâmica de um corpo submetido à ação de um campo gravitacional com simetria axial.

Nós começamos estudando o problema de um corpo em um campo gravitacional com simetria esférica, mas considerando que tal campo não é exatamente Kepleriano, ou seja o potencial é da forma:  $U(r) = -k/r + \lambda/2r^2$ . Enquanto possível, procuramos por soluções analíticas, assim como também usamos métodos computacionais (em particular, usamos C++) para encontrar as órbitas de um corpo teste nesse campo. Apresentamos primeiro os principais resultados obtidos até o presente, isto é, o estudo das possíveis órbitas no problema de dois corpos pontuais (simetria esférica), órbitas obtidas tanto analiticamente como numericamente.

Também apresentaremos o estudo de um corpo submetido a um campo não-Kepleriano, o que gera órbitas conhecidas como movimento de precessão, onde as órbitas possíveis serão mostradas através de alguns gráficos que incluem condições iniciais diversas.

Nós daremos prosseguimento a esta pesquisa considerando as análises dos casos onde o campo gravitacional apresenta simetria axial, por ser um caso mais realista observado na natureza.

## A Evolução Cósmica de Galáxias Ativas

Aluno: João Gabriel Alencar Caribé

Orientador: Dr. Roderik Adriaan Overzier

Início do projeto: fevereiro/2014

Curso: Física (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 4º período)

Previsão de conclusão da graduação: novembro/2016

O objetivo final deste projeto de IC é o de se estudar a conexão entre núcleos galácticos ativos e as estruturas de grande escala em *redshifts* altos.

Comecei o projeto desenvolvendo uma calculadora cosmológica para calcular medidas de espaço e tempo, como por exemplo, a idade do universo, o *lookback time* e a distância comóvel para um dado *redshift* e um par de parâmetros cosmológicos. Os cálculos são feitos com base em um artigo (David W. Hogg, "Distance measures in cosmology") que apresenta as equações que foram programadas para serem resolvidas numericamente. No decorrer do trabalho serão mostradas algumas representações de estruturas de galáxias de grande escala baseadas na simulação cosmológica Millennium Run.

Para terminar, será feita uma simulação do comportamento do universo para um dado par de parâmetros cujos resultados serão apresentados na forma de gráficos onde é possível acompanhar a variação das medidas cósmicas de acordo com o *redshift*. A apresentação será finalizada com uma introdução a um estudo recente que mostra o ambiente de Radiogaláxias e quasares em altos *redshifts*, que formará a base para meu trabalho futuro.

## Desenvolvimento de um catálogo com os dados do projeto ALHAMBRA utilizando a nova ferramenta de análise CHEFs

Aluno: Leonardo Bezerra Lima

Orientador: Dra. Yolanda Jiménez-Teja

Início do projeto: agosto/2014

Curso: Física (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2º período)

Previsão de conclusão da graduação: junho/2018

Iniciado em 2005 e terminando em 2012, o projeto ALHAMBRA (Advance Large Homogeneous Area Medium-Band Redshift Astronomical, Molino et al. 2014) observou uma região do espaço total de 4deg. Esta área foi dividida em oito regiões e cada campo teve um tempo de observação de 32 horas com o telescópio de Calar Alto 3,5 m, existindo algumas intersecções propositais com projetos anteriores. O projeto tinha como interesse a utilização de uma grande quantidade de filtros, 20 médios e 3 infra-vermelhos (JHKs), não sobrepostos, para a partir destes estimar precisos redshifts fotométricos.

Foram obtidas fotometrias precisas de mais de 438000 galáxias detectadas e catalogadas a partir das imagens sintéticas criadas no filtro F814W. O projeto ALHAMBRA trás de inovador a quantidade de dados fotométricos utilizados para criação do seu catálogo, sendo assim o redshift fotométrico obtido mais preciso.

A ferramenta de análise de imagens CHEFs (Chebyshev-Fourier functions, Jiménez-Teja & Benítez 2012) baseada nos polinômios de Chebyshev e série de Fourier, foi especialmente desenhada para modelar galáxias. Por ser um modelo matemático maleável, consegue descrever qualquer tipo morfológico de galáxias com maior precisão que os demais códigos (por exemplo GALFIT, shapelets, etc.).

A fotometria obtida pelas CHEFs é mais precisa, pois utiliza os modelos que estão livres de ruído, ao invés das imagens originais. Esta é razão pela qual surgiu a ideia de elaborar um novo catálogo fotométrico de ALHAMBRA utilizando as funções CHEFs. Nós temos o objetivo de criar um mapa tridimensional dessas oito zonas do universo mais preciso que possa auxiliar em futuras pesquisas, como por exemplo os modelos cosmológicos.

### Referências:

Jiménez-Teja, Y. & Benítez, N. 2012, ApJ, 745, 150.

Molino, A. et al. 2014, MNRAS, 441, 2891.

## Examinando Propriedades de Galáxias com Códigos de Ajuste de Padrões Espectroscópicos

Aluno: Luiz Felipe Melo de Menezes

Orientador: Dr. Paulo Sérgio de Souza Pellegrini

Início do projeto: janeiro/2012

Curso: Astronomia (Universidade Federal do Rio de Janeiro; 8º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2015

Pesquisadores do Observatório Nacional, associados ao Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA) participam de um dos mais importantes levantamentos fotométricos do céu desta década, denominado Dark Energy Survey (DES). O principal objetivo científico do DES é investigar a natureza da energia escura, responsável pela aceleração da expansão do Universo, propiciando, como decorrência, uma quantidade de dados sem precedentes (fotometria multi-banda de cerca de 300 milhões de galáxias) para uma grande variedade de estudos em Astronomia e Cosmologia. Sendo um projeto de imageamento, os estimadores de distâncias serão *redshifts* fotométricos.

Este trabalho está direcionado para a área de evolução de galáxias e focado na avaliação da qualidade dos *redshifts* fotométricos que serão obtidos pelo DES, assim como das incertezas envolvidas na determinação de parâmetros e propriedades básicas desses objetos, como suas luminosidades. Uma das principais ferramentas utilizadas pela equipe brasileira no DES, o código de ajuste templates espectroscópicas LePhare (desenvolvido por S. Arnouts e O. Illbert), é avaliado neste trabalho. Atenção especial é dada ao fato de que o DES não inclui a banda u entre os observáveis, verificando-se as limitações decorrentes e possíveis alternativas de melhorias.

Resultados obtidos em etapas anteriores deste trabalho indicaram que o código LePhare produz resultados dentro dos limites esperados para as métricas (espalhamento e fração de *redshifts* catastróficos) do DES mas seus resultados mais confiáveis estão no domínio de  $z > 0.6$ . Durante este período foram determinadas as incertezas decorrentes da ausência da banda u nas determinações de *redshifts* e magnitudes absolutas. Foi examinada também a performance de um código de árvores de decisão TPZ, desenvolvido por Matias Carrasco, que se mostrou superior na precisão dos *redshifts* fotométricos. A amostra de trabalho para estes estudos foi o conjunto de dados espectroscópicos do Vimos\_VLT DeepSurvey e os dados fotométricos do CFHT Legacy Survey. Como consequência destes resultados, avaliamos a possibilidade de determinar *redshifts* com o código TPZ e determinar parâmetros das galáxias utilizando os ajustes de templates disponíveis no código LePhare. Os resultados obtidos até agora indicam que nem todos os conjuntos de templates cobrem de forma homogênea o domínio de cores das galáxias de mapeamentos extensos, como o DES, e a elaboração de um conjunto adequado está em andamento.

## **Estudo dos Parâmetros Físicos de Candidatas a Estrelas com o Fenômeno B[e]**

Aluna: Mariana Aragão Fernandes

Orientador: Dr. Marcelo Borges Fernandes

Início do projeto: agosto/2014

Curso: Física (Universidade Federal do Rio de Janeiro; 7º período)

Previsão de conclusão da graduação: julho/2015

Apesar de todo o avanço no estudo dos modelos de evolução estelar, existem fases curtas da vida de diferentes estrelas que são ainda pouco conhecidas. Como exemplo dessas fases, chamadas fases de transição, temos os objetos que apresentam o fenômeno B[e]. Tal fenômeno é caracterizado pela presença no espectro óptico de estrelas do tipo B de intensas linhas de Balmer em emissão, linhas em emissão permitidas e proibidas de metais pouco ionizados (como FeII). Além disso, esses objetos mostram um excesso no infravermelho próximo e médio devido à poeira circunstelar. Essa classe de estrelas é bastante heterogênea, com objetos muito diferentes entre si em termos de massa inicial e fase evolutiva, como: supergigantes de alta massa, estrelas pré-sequência principal de massa intermediária Herbig Ae/Be, proto-nebulosas planetárias e estrelas simbióticas. Uma pergunta muito importante e ainda sem uma resposta clara está em entender como objetos tão diferentes apresentam características espectrais tão similares. Uma possível resposta pode estar na presença de discos circunstelares nestes objetos.

Neste projeto, teremos como objetivo analisar espectros de alta resolução de objetos confirmados com o fenômeno B[e], mas cujo estágio evolutivo ainda não foi bem determinado, as chamadas estrelas B[e] não classificadas; e também de objetos candidatos. Os nossos dados foram obtidos com o espectrógrafo FEROS, dentro do acordo ESO/ON, e para a sua análise, utilizaremos o IRAF com seus pacotes de tratamento de dados.

Como primeiro objeto de estudo, temos a estrela galáctica HD85567, que na literatura é considerada como sendo possivelmente uma Herbig Ae/Be. Através da identificação das linhas espectrais presentes e dos seus perfis, e também da obtenção de suas larguras equivalentes, estimaremos sua temperatura efetiva, extinção, distância e geometria circunstelar, e consequentemente, seu tipo espectral e classe de luminosidade, permitindo compreender melhor a sua natureza.

## A Física de Galáxias Starburst: Análise e Classificação

Aluna: Marianna Melo Dobal

Orientador: Dr. José Eduardo Telles

Início do projeto: fevereiro/2014

Curso: Física (Universidade Federal do Rio de Janeiro; 4º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2017

O objetivo desse projeto consiste em analisar galáxias de uma amostra selecionada do *Data Release 10 Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) e, através desses dados, obter informações sobre as propriedades das mesmas e como classificá-las.

A amostra é composta de galáxias starburst, fenômeno que será discutido na apresentação, bem como os critérios de seleção adicionais para essa amostra.

A partir dos dados obtidos, prosseguimos com uma análise das cores e das linhas de emissão, para então fazer uma comparação com estudos existentes e verificar se nossa amostra se encaixa na classificação esperada.

## **Espectroscopia Espacialmente Resolvida com o Satélite Suzaku de Aglomerados de Galáxias Relaxados**

Aluna: Thaís Mendonça Marques

Orientador: Dr. Renato de Alencar Dupke

Início do projeto: agosto/2012

Curso: Física (Universidade Federal do Rio de Janeiro; 8º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2016

Aglomerados de Galáxias são os maiores sistemas gravitacionalmente conectados no Universo, pois reúnem centenas de galáxia, entre  $10^{2-3}$ , que interagem gravitacionalmente. São formados por um plasma intra-aglomerado, que permeia as galáxias, quente, cerca de  $10^{7-8}$  K, difuso, altamente ionizado emitindo radiações em raios-X.

Sabe-se também que esse meio intra-aglomerado é rico em elementos químicos pesados oriundos da contaminação de gás processado por estrelas em galáxias, como Supernovas tipos Ia e II, as quais produzem metais em diferentes quantidades. Porém, o processo de como esses elementos saíram das galáxias e foram injetados no meio intra-aglomerado é ainda discutido. Dois principais modelos propostos de enriquecimento desse aglomerado são: pressão de arrasto e ventos proto-galácticos.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo trabalhar com o aglomerado relaxado Abell 496, que possui “redshift”  $z = 0.0328$ , através de uma análise espectroscópica espacialmente resolvida de raios-X, que permite explicar a distribuição de metalicidade e temperatura do meio intra-aglomerado.

Observações espacialmente resolvidas com os satélites ASCA1 e, posteriormente, Chandra2, mostram que o mecanismo de enriquecimento dominante nas regiões centrais é diferente do que nas regiões exteriores deste aglomerado. Segundo essas análises, o gás nas regiões centrais tem sido significativamente contaminado por Supernovas tipo Ia, que suportam o modelo “pressão de arrasto”. Porém, atualmente, um dos melhores instrumentos para esta pesquisa é através da análise de dados do satélite japonês Suzaku, que é complementar aos satélites citados anteriormente, entretanto este possui a vantagem de ter uma resolução espectral mais elevada e uma manutenção na estabilidade de ganho instrumental, devido à aplicação de injeção eletrônica nos detectores de raios-X (“X-ray Imaging Spectrometer”).

A redução de dados desse satélite está sendo realizada através do pacote “HEAsoft”, também chamado de “FTOOLS”, constituído por uma coleção de programas e “scripts”, que permitem ao usuário realizar calibração, recalibração e análise de dados. Foram obtidos espectros individuais e agrupados das câmeras XIS referentes a uma região central e externa do aglomerado

Abell 496. Esses apresentam um contínuo que decresce exponencialmente em altas frequências (característico da radiação “*Bremsstrahlung*”) e revelam linhas de emissão de Fe, Mg, Si, S, Ar, Ca e de outros elementos pesados. Posteriormente, através de ajustes espectrais, foram obtidos valores de temperatura e abundância (baseada na medição de Fe em relação à fotosfera solar), mostrados na tabela 1. O “chi-quadrado” reduzido indica a qualidade do ajuste.

Tabela 1 – Valores de parâmetros referentes aos espectros agrupados das regiões central e externa do Aglomerado Abell 496 obtidos no XSPEC.

Região	“Chi-quadrado” red.	Graus de Liberdade	Temperatura (keV)	Abundância (solar)
Central (260arcsec)	1.12	4228	$3.66 \pm 0.01$	$0.49 \pm 0.01$
Externa (546arcsec)	1.17	3214	$4.16 \pm 0.02$	$0.35 \pm 0.01$

Portanto, o aglomerado possui uma temperatura menor no centro e esta aumenta radialmente (característico de “cooling flow”) enquanto a abundância de Fe é maior na região central. Desse modo, através da análise espectroscópica, pode-se comparar a quantidade de elementos no ICM oriundos de cada tipo de Supernova e a variação espacial dessas quantidades dentro do aglomerado, com uma resolução espectral melhor que as anteriores, para a corroboração ou a refutação dos modelos propostos de enriquecimento do aglomerado Abell 496.

### Referências:

1. Dupke, R.; White, R. E.; Bregman, J. Metallicity Gradients in the Intracluster Gas of Abell 496. The Astrophysical Journal, 537:123-133, 2000 July 1.
2. Dupke, R.; White, R. E.; Bregman, J. Different Methods of forming cold fronts in nonmerging clusters. The Astrophysical Journal, 671:181-189, 2007 December 10.

# Geofísica

---

## Análise preliminar de correntes geomagneticamente induzidas entre 2003 e 2006 na linha de transmissão Itumbiara-São Simão

Aluna: Camila Silva de Lima

Orientador: Dr. Gelvam André Hartmann

Início do projeto: setembro/2014

Curso: Geofísica (Universidade Federal Fluminense; 6º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2016

As tempestades magnéticas são caracterizadas por fortes variações de intensidade e direção do campo geomagnético devido, principalmente, à atividade solar. Uma tempestade magnética começa com um aumento súbito do campo seguido de uma forte queda e depois uma fase de recuperação. Segundo a lei de Faraday, uma variação temporal do campo magnético gera um campo elétrico. Assim, quando ocorre uma tempestade magnética um campo elétrico é induzido na superfície terrestre, chamado de campo geoelétrico, que pode induzir correntes elétricas em condutores, como linhas de transmissão e gasodutos. A corrente elétrica induzida em materiais condutores e gerada por variações do campo magnético é chamada de corrente induzida geomagneticamente (geomagnetically induced currents, GIC). Os fatores que afetam as GICs são: (a) fortes variações do campo magnético, ou seja, quanto maior for a tempestade magnética, maior será a GIC; (b) a resistividade do solo que, em geral, quanto mais resistivo for o solo maior será o campo elétrico induzido e consequentemente maior será a GIC, e (c) a voltagem da linha, isto é, linhas de alta tensão têm menor valor de resistência por distância linear, sendo assim maior, a corrente induzida. As GICs são amplamente estudadas em regiões de altas latitudes devido ao fato das tempestades magnéticas serem mais intensas nessas regiões. Assim, a completa caracterização e modelagem de GICs em baixas e médias latitudes ainda demandam maiores estudos.

No Brasil, a caracterização e modelagem de GICs é latente sob diversos aspectos. Fatores como a complexa malha de linhas de transmissão brasileira exigem uma série de precauções porque todo o sistema de transmissão é interligado e, dependendo das intensidades das GICs, podem ocorrer problemas, como os famigerados "apagões". Além disso, a presença de fontes anômalas do campo geomagnético na América do Sul, como a Anomalia Magnética do Atlântico Sul (SAMA), também é um fator pouco compreendido sob o ponto de vista de variações do campo

geomagnético externo e sua influência sob os problemas de indução eletromagnética em superfície. Nesse projeto pretende-se caracterizar e modelar as GICs no território brasileiro usando a abordagem numérica a partir dos dados do campo geomagnético.

Serão apresentados resultados preliminares de modelagem de GICs para a linha de transmissão Itumbiara-São Simão (Minas Gerais) determinadas para as tempestades magnéticas ocorridas entre 2003 e 2006. Para tanto, foram usados os dados geomagnéticos do Observatório de Vassouras e de estruturas de resistividade 1-D para a região de estudo para modelagem numérica de GICs. Os resultados preliminares da modelagem numérica são similares aos resultados de GICs medidos diretamente na linha de transmissão.

## Instrumentação/Equipamento de Geofísica

Aluna: Cristina de Souza

Orientador: Dr. Emanuele Francesco La Terra

Início do projeto: agosto/2014

Curso: Engenharia Elétrica (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 8º período)

Previsão de conclusão da graduação: julho/2016

Visto que um dos obstáculos do desenvolvimento científico em nosso país é a insuficiência em instrumentação eletrônica utilizada em diversas áreas da ciência, em especial na área de geofísica, este projeto tem como objetivos a documentação de rotinas de testes e a elaboração de manuais didáticos de operações que; através de um passo a passo com ilustrações em conjunto com uma linguagem simples e objetiva, proporcionem informações suficientes para que qualquer pessoa com um mínimo de conhecimentos em eletrônica possa testar e operar os equipamentos.

Neste trabalho; a aluna teve aprendizado na operação, análise na curva de resposta e verificação do funcionamento de alguns equipamentos de geofísica, tais como: Audiogrametrotelúrico (AMT), o Eletromagnético Transiente no Domínio do Tempo (TDEM), radar de penetração no solo, Resistivímetro e Lemi 417.

Para um melhor aprendizado e visão realística do funcionamento e operação dos equipamentos, foram realizadas duas atividades de campo utilizando o equipamento GPR (Rio de Janeiro – RJ e Vassouras – RJ) que incluíram simulações e rotinas de testes com os equipamentos antes de leva-los para o campo.

## Solução do problema inverso através do método de Monte Carlo

Aluno: Júlio César Olivetti Riguetti Volotão

Orientador: Dr. Cosme F. da Ponte Neto

Início do projeto: agosto/2014

Curso: Física (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 10º período)

Previsão de conclusão da graduação: julho/2015

Uma importante ferramenta utilizada no estudo magnetométrico de estruturas geológicas em subsuperfície é a modelagem da anomalia magnética de tais estruturas através de rotinas computacionais. Neste trabalho utilizamos algoritmos desenvolvidos em Fotran, MATLAB® e Python, para a construção de perfis magnetométricos através de dados sintéticos, aplicação do método de Monte Carlo para inversão e construção de uma interface gráfica com o intuito de transformar os algoritmos desenvolvidos num programa de fácil utilização.

Este trabalho tem como objetivo a aplicação do método de inversão para a determinação de parâmetros físicos de diques, tais como: Dimensões geométricas, inclinação magnética e suscetibilidade magnética. Para tal construímos uma rotina computacional baseada no método de Monte Carlo, de maneira que, ao fornecermos os dados de anomalia magnética, gerado por um dique, temos como resultado os parâmetros desejados sobre a estrutura.

Para a aplicação do método de inversão, primeiro foi necessário a construção de um modelo direto que funciona com dados sintéticos. Este modelo é fundamental para entendermos como as dimensões e as demais características físicas dos diques influenciam no campo magnético local. Este modelo nos permite variar cada uma das características separadamente de maneira a entender melhor o papel de cada uma delas na anomalia gerada pelo dique. Além disso o modelo direto é fundamental para testes e validação da eficiência do modelo inverso.

Para uma melhor visualização das estruturas, desenvolvemos uma rotina utilizando MATLAB® capaz de representar graficamente os diques em subsuperfície de maneira tridimensional, ao mesmo tempo que representa também a sua anomalia magnética (figura 1). Com a construção destas ferramentas, tornou-se possível a determinação das características de um dique estudado em meu primeiro trabalho de iniciação científica na região de Cabo Frio onde coletamos dados reais com um gradiômetro.

Atualmente o trabalho está na fase de construção de uma interface gráfica utilizando Python para que estas rotinas computacionais sejam todas relacionadas utilizando-se uma única plataforma de fácil manipulação. O objetivo é construir um pequeno software livre de caráter

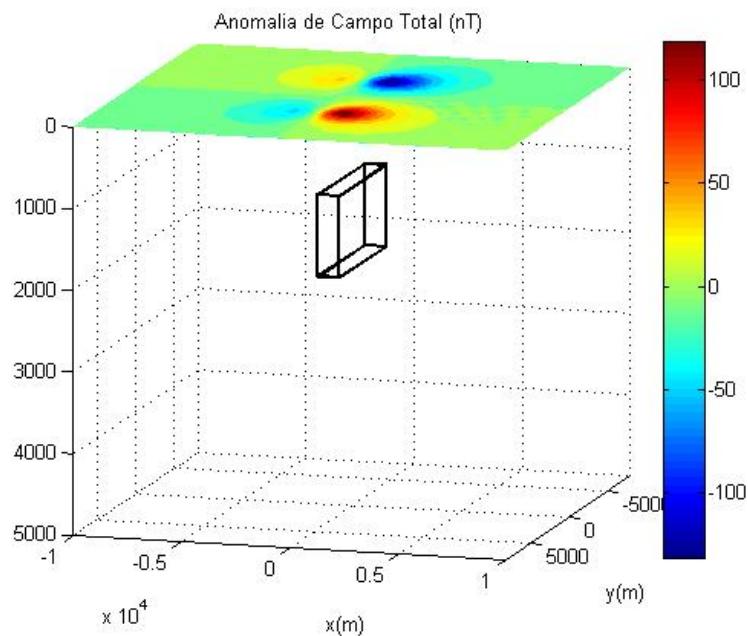


Figura: Representação tridimensional de um dique em subsuperfície e sua anomalia magnética, grado através de dados sintéticos.

didático que permita a simulação de anomalias magnéticas e a determinação dos parâmetros de diques utilizando os métodos citados neste resumo.

## Análise das Propriedades Petrográficas e Petrofísicas da Arenitos do Grupo Itararé – Bacia do Paraná

Aluna: Olívia de Moraes França

Orientador: Dr. Giovanni Chaves Stael

Início do projeto: março/2013

Curso: Geofísica (Universidade Federal Fluminense; 8º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2015

Uma das questões de maior interesse para o setor petrolífero é a quantificação de hidrocarbonetos contidos em rochas reservatório encontradas em diferentes bacias sedimentares. Uma aproximação inicial é a quantificação da fração volumétrica disponível para a acumulação de fluidos (água, óleo e gás) na formação através de métodos laboratoriais. Essa quantidade, a porosidade, é de extrema importância e influencia a maior parte das propriedades físicas da rocha. Esta propriedade em reservatórios pode ser estimada experimentalmente a partir de testes laboratoriais em testemunhos, método direto ou indireto, ou através da operação de perfilagem, método indireto.

Este trabalho tem como objetivo o estudo e a aplicação do processo de estimativa de propriedades petrográficas, petrofísicas a partir de informações laboratoriais em amostras de arenitos do Grupo Itararé da Bacia do Paraná. Tais informações influenciam a interação dinâmica entre os fluidos e o meio poroso, sendo então imprescindíveis para uma melhor compreensão do comportamento na produção de fluidos.

## Análise de sinais cicloestratigráficos e a escala de tempo geológico

Aluno: Ricardo Sant'Anna Martins

Orientador: Dr. Daniel Ribeiro Franco

Início do projeto: março/2013

Curso: Física (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 4º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2017

O estudo de variações no clima e a ciclicidade nos sistemas sedimentares, assunto de grande discussão atualmente, são induzidos, por exemplo, por mudanças harmônicas nas atividades solares, variações no sistema Sol-Terra-Lua. Frequentemente, registros ambientais são obtidos de seções sedimentares. Processos harmônicos climáticos podem ser pensados como oscilações periódicas ou regulares em alguma variável. Um dos problemas na pesquisa ambiental e climática é investigar os principais mecanismos que controlam as mudanças climáticas globais (Dergachev, 2002). Processos quase-periódicos operantes em diferentes escalas de tempo – que, associados aos mecanismos de “feedback” do sistema oceano-atmosfera, podem resultar em profundos efeitos sobre o sistema climático e sua ciclicidade (Schwarzacher, 2000). E o estudo de registros estratigráficos de ciclos ambientais é chamado de cicloestratigrafia (Fischer et al., 1990).

Neste ínterim, serão apresentados resultados de estudos baseados em análise de sinais cicloestratigráficos a partir de diferentes contextos geológicos (refletindo, portanto, distintos problemas paleoclimáticos, de idades distintas), a saber: (i) análise micro-cicloestratigráfica de laminações presentes em ritmitos do Grupo Itararé (Bacia do Paraná) e aflorantes em Mafra (SC), com base em técnicas apresentadas em Franco et al. (2011); (ii) avaliação cicloestratigráfica de sucessão carbonática do sul da China, e relacionada ao limite Permo-Triássico – referente à mais severa extinção em massa do Fanerozóico, com o desaparecimento de cerca de 90% das espécies marinhas invertebradas e 70% dos animais vertebrados terrestres (Retallack et al., 1998; Luo et al., 2011; Wu et al., 2012); (iii) introdução sobre a colaboração no projeto sobre avaliação de modelos de compressibilidade de volume de rochas reservatório (Silva Jr. et al., in review); (iv) participação em estudo sobre processos de ciclicidade associados à migração de organismos foraminíferos na coluna d’água, e sua possível associação com ciclos lunares; (v) desenvolvimento de um script MATLAB® para calibração astronômica de séries cicloestratigráficas.

### Referências:

Dergachev, V. Environmental changes on centennial to millennial time scales from natural Archives. Workshop “Astrobiology in Russia”, St.Petersburg, Russia. March 25-29 (2002).

- Fischer, A. G., de Boer, P. L. and Premoli Silva, I. Cyclostratigraphy. In: Cretaceous, Resources, Events and Rhythms, Eds: R. N. Ginsburg and B. Beaudoin. Kluwer, Dordrecht, pp. 139-72 (1990).
- Liu L B, Wan W X, Chen Y D, et al. Solar activity effects of the ionosphere: A brief review, *Chinese Sci Bull* **56**, 1202–1211 (2011).
- Retallack, G. J., Seyedolali, A., Krull, E. S., Holser, W. T., Ambers, C. P., Kyte, F. T. Search for evidence of impact at the Permian-Triassic boundary in Antarctica and Australia, *Geology* **26** (11), 979-982 (1998).
- Schwarzacher, W., Repetitions and cycles in stratigraphy, *Earth Sci. Rev.* **50**, 51-75 (1999).
- Wu, H. C. et al. Milankovitch and sub-Milankovitch cycles of the Early Triassic Daye Formation, South China and their geochronological and paleoclimatic implications, *Gondwana Res.* **22**, 748–759 (2012).

## **Argilosidade nos Sedimentos Clásticos Atravessados pelo Poço RJS0019 (Reservatório de Namorado, Bacia de Campos)**

Aluno: Thais Mallet de Castro

Orientador: Dr. Jorge Leonardo Martins

Início do projeto: maio/2013

Curso: Geofísica (Universidade Federal Fluminense; 8º período)

Previsão de conclusão da graduação: julho/2016

A grande maioria das bacias sedimentares clásticas se caracteriza pela ocorrência de folhelhos, que funcionam como rochas geradoras ou rochas selantes. Os argilo-minerais que constituem os folhelhos possuem granulometria muitíssimo menor em comparação aos grãos minerais dominantes da matriz da rocha reservatório – em geral, um arenito. Como consequência imediata, as conexões entre os poros da rocha reservatório são obstruídas pela argila classificada como “dispersa”, influenciando na recuperação de óleo e gás. Dessa forma, a estimativa do conteúdo de argila (i.e., a argilosidade –  $V_{clay}$ ) em reservatórios clásticos se torna imperativo para a mitigação dos riscos envolvidos na recuperação de óleo e gás. Classicamente utilizados, os modelos empíricos, que utilizam os registros do perfil de raios gama (GR), são ferramentas incorporadas aos softwares de interpretação de perfis de poço para estimar a argilosidade. No entanto, estes modelos superestimam a argilosidade, introduzindo erros na avaliação da porosidade efetiva e, consequentemente, aumentando as incertezas nas estimativas do volume de óleo recuperável. Por outro lado, os modelos petrofísicos são menos sujeitos a erros, conduzindo a uma estimativa mais confiável da propriedade física – no caso, da argilosidade.

Na presente contribuição, apresentaremos resultados da comparação de modelos empíricos clássicos com dois modelos petrofísicos para estimativa da argilosidade. A formulação matemática dos modelos petrofísicos incorpora informações de três perfis geofísicos de porosidade, a saber: os perfis de vagarosidades sônicas ( $\Delta t$ ,  $\mu_s/ft$ ), de litodensidades ( $\rho_b$ ,  $g/cm^3$ ) e de porosidades neutrônicas ( $\Phi_N$ , %). A fim de comparar os resultados práticos da estimativa de argilosidade através de um modelo empírico clássico e os modelos petrofísicos investigados, utilizamos os perfis geofísicos fundamentais do poço RJS0019 localizado no reservatório de Namorado, Bacia de Campos. Para fins de correlação das anomalias identificadas nos perfis geofísicos com os principais litotipos atravessados pelo poço, utilizamos o perfil composto correspondente. Os resultados confirmam a superestimativa da argilosidade quando avaliada pelo modelo empírico usando os registros de perfilagem no intervalo sedimentar sob estudo. Quanto aos modelos petrofísicos investigados, eles forneceram estimativas de argilosidade muito próximas. Na verdade, este era um resultado esperado, pois a análise da formulação matemática de ambos os modelos petrofísicos revela que uma simplificação os torna estruturalmente diferentes, mas com resultados equivalentes.

## **Simulação Numérica de Vagarosidades Sônicas em Sedimentos Clásticos para Casos Específicos de Composição Mineralógica, Porosidade e Saturação de Fluidos**

Aluno: Thiago Araújo Dias Moreira

Orientador: Dr. Jorge Leonardo Martins

Início do projeto: junho/2013

Curso: Geofísica (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 8º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2015

Ao longo das etapas de interpretação de perfis geofísicos de poços de petróleo e gás, o intérprete conta com a possibilidade de predição de propriedades petrofísicas usando modelos empíricos embutidos nos softwares de interpretação. Entretanto, em comparação com os modelos empíricos, os modelos petrofísicos são mais robustos, pois são capazes de prever propriedades físicas de rochas com menos contaminação por incertezas. No presente trabalho, investigamos um modelo petrofísico para estimar a variação da vagarosidade sônica de ondas P ( $\Delta t$ , em  $\mu\text{s}/\text{ft}$ ) em rochas sedimentares clásticas. A formulação matemática do modelo petrofísico segue as propriedades de um modelo conceitual para rochas sedimentares clásticas, porosas e saturadas, incorporando as contribuições da matriz da rocha (minerais, argilominerais e matéria orgânica), porosidade ( $\Phi$ , em %) e saturação de fluidos ( $S_f$ , em %). Ou seja: os parâmetros de dependência do modelo estudado são aqueles que conhecidamente influenciam os registros petrofísicos. Especificamos o modelo petrofísico proposto para situações de rochas sedimentares clásticas possivelmente acumuladoras de petróleo e gás, a saber, arenitos limpos ou argilosos, mono- ou biminerálicos (matriz quartzoza e/ou feldspática, contendo argila, e saturação de água e/ou óleo).

Os resultados da investigação numérica envolveram quatro cenários distintos para arenitos: (1) arenito limpo monominerálico, com matriz quartzoza ( $\Delta t_{ma} = 55.50 \mu\text{s}/\text{ft}$ ) e poros saturados com água ( $S_w$ ) – porosidade total ( $\Phi_t$ ) e saturação de água como parâmetros da dependência de  $\Delta t$ ; (2) arenito argiloso ( $V_{clay} = 20\%$ ) monominerálico, com matriz quartzoza e poros saturados com água ou combinando as saturações de água e óleo ( $S_o$ ) – porosidade total e vagarosidade sônica da matriz como parâmetros da dependência de  $\Delta t$ ; (3) arenito limpo e argiloso, biminerálico (matriz formada predominantemente por quartzo e feldspato -  $\Delta t_{qtz} = 55.50 \mu\text{s}/\text{ft}$  e  $\Delta t_{fp} = 69.00 \mu\text{s}/\text{ft}$ ), e poros saturados com água ou combinando as saturações de água e óleo – porosidade efetiva ( $\Phi_e$ ) assumida como o único parâmetro da dependência; e (4) arenito limpo e argiloso, biminerálico (matriz formada predominantemente por quartzo e feldspato) e poros saturados com água e óleo – argilosidade e porosidade efetiva como parâmetros da dependência. Os resultados revelam que há uma hierarquia nos parâmetros da dependência do modelo petrofísico para as vagarosidades

sônicas. Isto é: a porosidade é o parâmetro que exerce maior influência na variação de  $\Delta t$ , seguido da argilosidade. A saturação de fluidos,  $S_f$ , é o parâmetro da dependência que pouca influência exerce sobre o registro das vagarosidades sônicas. Mais importante ainda: a investigação numérica usando modelos específicos para reservatórios hipotéticos de arenito revela uma consistência nas predições da vagarosidade sônica de ondas P em sedimentos clásticos.

## Correlações entre periodicidades observáveis em dados geomagnéticos e solares

Aluno: William Miguel Pires de Oliveira

Orientador: Dr. Daniel Ribeiro Franco

Início do projeto: dezembro/2011

Curso: Física (Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 10º período)

Previsão de conclusão da graduação: dezembro/2015

Nos últimos anos, discussões acerca da possível interação entre o campo geomagnético (CG) e o clima, e a resposta do CG às variabilidades heliomagnéticas em diferentes escalas de tempo vêm ganhando importância na literatura. Em nosso projeto, visamos a avaliação de ambas as linhas de pesquisa, através de duas abordagens distintas:

- (i) avaliação da variabilidade da atividade solar em diferentes escalas de tempo e sua correspondência com as variabilidades registradas em dados geomagnéticos de cinco diferentes observatórios geomagnéticos; e:
- (ii) possíveis influências da Anomalia Magnética do Atlântico Sul sobre registros meteorológicos no Brasil ao longo das últimas décadas.

Nesta apresentação, trataremos dos últimos avanços alcançados pelo desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

## — CRONOGRAMA —

\*\*\*\*\*

**LOCAL E DATA:** Auditório do Observatório Nacional; 02/12/2014, às 10:00h.

### **MANHÃ**

#### **ASTRONOMIA**

(10:00h - 10:20h) Mariana Aragão Fernandes  
(10:20h - 10:40h) André Forecchi Giovanni  
(10:40h - 11:00h) Caio Pumar Freitas  
(11:00h - 11:20h) Guilherme Torres Clemente  
(11:20h - 11:40h) João Gabriel Alencar Caribé  
(11:40h - 12:00h) Leonardo Bezerra Lima

### **TARDE**

#### **ASTRONOMIA E GEOFÍSICA**

(13:30h - 13:50h) Luiz Felipe Melo de Menezes  
(13:50h - 14:10h) Marianna Melo Dobal  
(14:10h - 14:30h) Thaís Mendonça Marques  
(14:30h - 14:50h) Ricardo Sant'Anna Martins  
(14:50h - 15:10h) Cristina de Souza

(15:10h - 15:30h) **INTERVALO**

#### **GEOFÍSICA**

(15:30h - 15:50h) Júlio César O. R. Volutão  
(15:50h - 16:10h) Thais Mallet de Castro  
(16:10h - 16:30h) Thiago Araújo Dias Moreira  
(16:30h - 16:50h) William Miguel Pires de Oliveira  
(16:50h - 17:10h) Camila Silva de Lima  
(17:10h - 17:30h) Olívia de Moraes França

(17:40h - 18:00h): Reunião da Banca e definição das menções honrosas

(18:15h): Anúncio do resultado e entrega dos certificados de Menção Honrosa (Astronomia e Geofísica)

\*\*\*\*\*