



**PROVOC**

**CBPF**

**XXII SEMINÁRIO  
DE VOCAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DO CBPF**

**28 E 29 DE NOVEMBRO DE 2019 | DE 10 A 18 HORAS**

A stylized graphic of a bird's head, possibly a toucan, with large, curved beak. The word "PROVOC" is integrated into the upper part of the beak, with the letters "O" and "O" being larger and more prominent. The letters are in a light gray color, while the beak is black.

**PROVOC**

**XXII SEMINÁRIO  
DE VOCAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DO CBPF**

**CBPF • 28 E 29 DE NOVEMBRO DE 2019 | DE 10 A 18 HORAS**

# MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

Marcos Cesar Pontes

## DIRETOR DO CBPF

Ronald Cintra Shellard

## RESPONSÁVEL PELO PROVOC NO CBPF

Marcos de Castro Carvalho

## SECRETÁRIA

Mônica Ramalho Silveira

## COMITÊ DE VOCAÇÃO CIENTÍFICA DO CBPF

Emil de Lima Medeiros

Marcos de Castro Carvalho

Sebastião Alves Dias

Sérgio José Barbosa Duarte

## CONVIDADO

Gerson Bazo Costamilan – IME

## PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Polo Gráfica



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



## APRESENTAÇÃO

O XXII Seminário de Vocação Científica do CBPF é o resultado do trabalho desenvolvido por alunos do Ensino Médio de escolas públicas e privadas do Estado do Rio de Janeiro com seus orientadores – pesquisadores, tecnologistas, técnicos, doutorandos, mestrandos e colaboradores desta Casa.

O Programa de Vocação Científica – PROVOC / CBPF existe há vinte e dois anos e o tempo é a prova de que as atividades desenvolvidas aprofundam a formação científica dos estudantes do Ensino Médio, despertando neles o interesse pela pesquisa e contribuindo para sua escolha profissional. O aluno deve cumprir uma carga horária semanal de 4 horas presenciais em contato direto, por um ano, com um orientador do CBPF que o supervisiona em estudos ou pesquisas. Ao final deste período, há uma apresentação pública dos estudos e resultados obtidos. O estudante poderá continuar no período avançado do PROVOC no ano seguinte, dando continuidade à sua pesquisa ou desenvolvendo novos estudos.

Neste livro, coletamos resumos dos trabalhos a serem apresentados no Seminário do PROVOC, com os respectivos autores e orientadores, bem como os horários das exposições. A riqueza e a diversidade dos trabalhos que estão aqui resumidos permitem uma reflexão profunda sobre o PROVOC, mostrando a contribuição que este Programa entrega à sociedade e aos nossos estudantes. Pelos temas abordados e a excelência na qualidade dos resultados, temos certeza de que estamos no caminho certo.

Sejam todos muito bem-vindos ao XXII Seminário de Vocação Científica do CBPF! Esperamos que tenham dois dias repletos de conhecimento em um amplo e proveitoso passeio pela Ciência, Tecnologia e Inovação, para que não percamos de vista aquilo que é fundamental: o direito à Educação.



## **AGRADECIMENTOS**

O PROVOC / CBPF é uma proposta de formação de cientistas, calcada na expertise dos nossos Colaboradores – Orientadores. Acreditamos na sua relevância, principalmente nesta época, onde propostas legítimas neste sentido são tão urgentes. Lembro-me de um discurso de Rui Barbosa em que ele dizia que “de tanto ver triunfar as nulidades (...), de tanto ver crescer a injustiça, de tanto ver agigantarem-se os poderes nas mãos dos maus, o homem chega a desanimar da virtude, a rir-se da honra, a ter vergonha de ser honesto”. Ao contrário de Rui Barbosa, sinto-me honrado por conviver com os alunos do PROVOC, ávidos para desenvolverem seus conhecimentos. A Educação é a chave para as mudanças, é a transformação dos alunos em cidadãos mais conscientes, críticos, participativos e éticos, com valores calcados na integridade, no caráter e na verdade.

Em nome do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, através do Programa de Vocação Científica, agradeço a presença e a participação de todos que direta e indiretamente contribuíram para o sucesso do PROVOC. Destaco os membros da Equipe, a Direção do CBPF, as Coordenações Científicas, os serviços de apoio administrativo, o pessoal da segurança e, especialmente, aos dedicados pesquisadores, tecnologistas, técnicos, doutorandos e mestrandos, que não mediram esforços na orientação dos alunos.

E finalmente agradecemos aos nossos alunos, aos quais aproveito para desejar meus votos de sucesso no caminho do saber e do conhecimento. Esperamos também o retorno de vocês a esta Casa como alunos graduados, mestrandos ou doutorandos. O objetivo maior do PROVOC é contribuir para um Brasil grandioso e usar a *expertise* do CBPF para atingir essa meta.

Marcos de Castro Carvalho (Mac Gyver)

Responsável pelo PROVOC / CBPF

<b>HORÁRIO</b>		
<b>28 de novembro - Quinta</b>		
<b>Horário</b>	<b>Aluno(a)</b>	<b>Orientador(a)</b>
<b>10:00</b>	<b>Abertura do XXII Seminário de Vocação Científica do CBPF - Diretor do CBPF</b>	
<b>10:30</b>	Marcelo Máximo Andrade - Colégio Pedro II Duque de Caxias	André Linhares Rossi e Gisele Dalmônico
<b>11:00</b>	Bárbara Barsi Duarte Batista da Silva - Colégio Pedro II Niterói	Elmo Brandão
<b>11:30</b>	Guilherme Tavares Vivas - Colégio Pedro II Niterói	Sebastião Alves Dias
<b>12:00</b>	José Ricardo de Oliveira Araújo - CEFET Maracanã	Flávio Garcia e Evelyn Santos
<b>12:30 às 14:00</b>	<b>Intervalo - Almoço</b>	
<b>14:00</b>	Sofia Morena Teixeira Coelho - Colégio Pedro II Humaitá	Gabriel Azzi e Maurício Bochner
<b>14:30</b>	Mariana de Oliveira Theodoro da Silva - Colégio Pedro II Tijuca	Elena Mavropoulos e Victor Hugo de Souza
<b>15:00</b>	Rafael Hipólito Rodrigues - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Leonardo Cirto
<b>15:30</b>	Tomás Feliciano Neves de Andrade Orozco - Colégio Pedro II Humaitá	Nelson Pinto Neto
<b>16:00</b>	Leiliane Souza dos Santos Monteiro - Colégio Pedro II Niterói	Leonardo Ospedal Prestes Rosas
<b>16:30</b>	Helôisa Campos Almeida - Colégio Pedro II Niterói	Marcos de Castro Carvalho (Mac Gyver)
<b>17:00</b>	Marianna Teixeira Maurício - Colégio Pedro II São Cristóvão	Eduardo Matzenbacher Bittar
<b>17:30</b>	Pedro Alípio Barreto Batista - CEFET Itaguaí	José Abdalla Helayél-Neto

<b>HORÁRIO</b>		
<b>29 de novembro - Sexta</b>		
<b>Horário</b>	<b>Aluno(a)</b>	<b>Orientador(a)</b>
<b>10:30</b>	Jean Victor Fernandes Coutinho - Colégio Pedro II São Cristóvão	Raul O. Vállejos
<b>11:00</b>	Felipe Resende de Mendonça - Colégio São Vicente de Paulo	Arthur Marques Moraes
<b>11:30</b>	Mariana Paixão Batista - Colégio Pedro II Centro	Helio da Motta Filho
<b>12:00</b>	Ulson Gabriel Castro de Oliveira - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Rodrigo Felix e Anna Paula Bourdon
<b>12:30 às 14 h</b>	<b>INTERVALO - ALMOÇO</b>	
<b>14:00</b>	Rebeca Araújo de Mello - Colégio Pedro II Engenho Novo	Lia Coelho
<b>14:30</b>	Luiz Gustavo Nascimento de Lima - ETE Visconde de Mauá	Martin Makler
<b>15:00</b>	Jennifer Victória Costa da Silva - IFRJ Nilópolis	Felipe Tovar Falciano
<b>15:30</b>	Bianca de Melo Araújo - CAP UERJ	Marcos de Castro Carvalho (Mac Gyver)
<b>16:00</b>	Raphael Nunes da S. Moreira Souza - CEFET Maracanã	Isabel Liz Castro Merino
<b>16:30</b>	<b>Coffee-break</b>	
<b>17:00</b>	Pedro Eduardo Santiago Brito - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Horácio Coelho Júnior
<b>17:30</b>	Mayra Eduarda Silva Jorge - Colégio Pedro II São Cristóvão	Cássio Iago Santos Marinho
<b>18:00</b>	Matheus Naoto Imamura - Colégio Pedro II Centro	Elmo Brandão
<b>18:30</b>	Gabriela Maia Marazzo da Silva - Colégio Pedro II Centro	Juciane Maria Alves
<b>19:00</b>	Thayná Silva de Oliveira - IFRJ Nilópolis	Cilene Labre
<b>19:30</b>	<b>Premiação dos melhores trabalhos</b>	



# ÍNDICE

**28 de novembro de 2019**

Marcelo Máximo Andrade – CP II Duque de Caxias <b>Nanopartículas como marcadores de queimadas florestais.....</b>	<b>10</b>
Bárbara Barsi Duarte B. da Silva – CP II Niterói / <b>Near Space: Exploração espacial amadora – projetos e desafios.....</b>	<b>11</b>
Guilherme Tavares Vivas – CP II Niterói <b>A relatividade geral em seus quatro testes fundamentais.....</b>	<b>12</b>
José Ricardo de Oliveira Araújo – CEFET / RJ Maracanã <b>Síntese de nanopartículas magnéticas para o tratamento de células tumorais.13 e 14</b>	
Sofia Morena Teixeira Coelho – CP II Humaitá <b>Automação de sistema gerador de pulsos rápidos para calibração de PMTs.....</b>	<b>15</b>
Mariana de Oliveira Theodoro da Silva – CP II Tijuca <b>Estudo comparativo de adesão de diferentes tipos celulares.....</b>	<b>16</b>
Rafael Hipólito Rodrigues – CP II Duque de Caxias <b>Criptografia de chave pública RSA.....</b>	<b>17</b>
Tomás Feliciano Neves de Andrade Orozco – CP II Humaitá <b>100 anos do Eclipse de Sobral e a Relatividade Geral.....</b>	<b>18</b>
Leiliane Souza dos Santos Monteiro – CP II Niterói <b>Um estudo de jatos relativísticos da SS433.....</b>	<b>19</b>
Heloísa Campos Almeida – CP II Niterói <b>Remoção de agrotóxicos e desinfecção de alimentos.....</b>	<b>20 e 21</b>
Marianna Teixeira Maurício – CP II São Cristóvão <b>Estudo e síntese de monocristais.....</b>	<b>22</b>
Pedro Alípio Barreto Batista – CEFET/RJ Itaguaí <b>O espalhamento fóton – fóton e a não linearidade eletromagnética.....</b>	<b>23</b>



## 29 de novembro de 2019

Jean Victor Fernandes Coutinho – CP II São Cristóvão

**Coreografias planetárias**.....24

Felipe Resende de Mendonça – Colégio São Vicente de Paulo

**Reconstrução de partículas com o CMS-LHC**.....25

Mariana Paixão Batista – CP II Centro

**Estimação da energia do neutrino no experimento MINERvA**.....26

Uilson Gabriel Castro de Oliveira – CP II Duque de Caxias

**Propriedades anticorrosivas do óxido de grafeno reduzido: Eletrodeposição catódica sobre aço IF**.....27

Rebeca Araújo de Mello – CP II Engenho Novo

**Reconhecimento de fungo e fase de crescimento em cápsula de café**.....28 e 29

Luiz Gustavo Nascimento de Lima – E.T.E. Visconde de Mauá

**Arcos gravitacionais**.....30

Jennifer Victória Costa da Silva – IFRJ Nilópolis

**Estrelas variáveis e a medida de expansão do universo**.....31

Bianca de Melo Araújo – Colégio de Aplicação da UERJ

**Estudo sobre alternativas farmacológicas aos corticosteroides no tratamento de inflamações crônicas**.....32

Raphael Nunes da S. Moreira Souza CEFET/RJ Maracanã

**Magnetorresistência em filmes finos depositados por Magnetron Sputtering**.....33

Pedro Eduardo Santiago Brito – CP II Duque de Caxias

**Estudo participativo sobre a síntese do semicondutor ZnSiN<sub>2</sub>**.....34

Mayra Eduarda Silva Jorge – CP II São Cristóvão

**Buracos Negros: Da Teoria da Relatividade Geral à sua primeira visualização direta**.....35

Matheus Naoto Imamura – CP II Centro

**Foguetes experimentais sólidos: Modelagem e teste** .....36

Gabriela Maia Marazzo da Silva – CP II Centro

**Produção de dispositivos por fotolitografia**.....37

Thayná Silva de Oliveira – IFRJ Nilópolis

**A toxicidade na maquiagem**.....38

**ALUNO: MARCELO MÁXIMO ANDRADE – COLÉGIO PEDRO II  
DUQUE DE CAXIAS  
ORIENTADORES: ANDRÉ LINHARES ROSSI E GISELE M. L.  
DALMÔNICO**

## **NANOPARTÍCULAS COMO MARCADORES DE QUEIMADAS FLORESTAIS**

Este ano o Brasil registrou um grande aumento no nível de queimadas em comparação com anos anteriores (aumento de 11% em 2017, de 13% em 2018 e de 17% em 2019). Dados do IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia) mostram que 20% dos focos de queimadas registrados até agosto deste ano ocorreram dentro de áreas protegidas por lei para preservação Ambiental. No dia 10 de agosto ocorreu um movimento orquestrado principalmente na região Amazônica, que ficou conhecido como “O Dia da Queimada”. Uma grande nuvem de fumaça foi formada, alcançando regiões distantes como São Paulo e Rio de Janeiro. O objetivo do presente trabalho foi avaliar nanopartículas (NP) como marcadores de combustão vegetal. Espera-se com isso, poder distinguir uma fumaça causada por queimadas de florestas de uma fumaça gerada pelo escapamento de carros ou industrial, mesmo em uma região distante do ponto de emissão. Neste trabalho, analisamos no Microscópio Eletrônico de Transmissão (MET) NP presentes no carvão vegetal (simulando a queimada de árvores), NP presentes no cano de escapamento de automóveis e NP de grafite obtidas da ponta de um lápis. As NP foram misturadas em acetona 100%, dispersas em ultrassom e depositadas em uma grade de cobre recoberta por um filme fino de carbono. As análises desses 3 materiais foram feitas no MET do LABNANO/CBPF. Além das imagens de alta resolução (HRTEM), análises elementares usando a espectroscopia de energia dispersiva de raio-X (EDS) e difração de elétrons (SAED) foram realizadas no MET. Os resultados preliminares mostraram diferenças morfológicas (HRTEM), estruturais (SAED) e elementares (EDS) das amostras estudadas, sugerindo que o MET poderia ser utilizado em certas situações para identificar através das NP a origem de grandes volumes de fumaça presentes na atmosfera.

**ALUNA: BÁRBARA BARSÍ DUARTE BATISTA DA SILVA – COLÉGIO  
PEDRO II NITERÓI**

**ORIENTADOR: ELMO BRANDÃO**

## **INEAR SPACE: EXPLORAÇÃO ESPACIAL AMADORA – PROJETOS E DESAFIOS**

Muitos sonham com a possibilidade de ver e estudar o espaço de perto, lançar satélites e ver o planeta Terra do alto. Há alguns anos, tal sonho era caro e restrito a grandes empresas e centros de pesquisa. Porém, com o avanço e barateamento da eletrônica digital, tem se tornado cada vez mais acessível a chamada ciência cidadã.

O Near Space, ou espaço próximo, começa aproximadamente aos 20 km e se estende até o limite inferior do espaço, a linha Kármán, 100 km acima do nível do mar. Nessa região fria e de baixa pressão, a água ferve à temperatura do corpo humano, a atmosfera é insuficiente para bloquear grande parte da radiação cósmica e o céu diurno perde seu tom azulado, dando lugar ao preto. Ainda que impróprias para a vida, essas condições especiais permitem que sejam realizadas observações e experimentos que seriam caros ou impraticáveis de se realizar tanto na superfície quanto em órbita.

Um dos melhores meios de estudo dessa área é por balões estratosféricos (em inglês, High Altitude Balloons ou HAB). São pequenos laboratórios automatizados suspensos que enviam remotamente os dados coletados para estações em solo. O desenvolvimento de projetos simples, com recursos de baixo custo e âmbito educacional dão a essas pesquisas uma tangibilidade maior, aproximando alunos e o público em geral da atividade científica.



**ALUNO: GUILHERME TAVARES VIVAS – COLÉGIO PEDRO II NITERÓI**  
**ORIENTADOR: SEBASTIÃO ALVES DIAS**

## **A RELATIVIDADE GERAL EM SEUS QUATRO TESTES FUNDAMENTAIS**

Apresentamos uma discussão de conceitos fundamentais e postulados da Relatividade Geral através da consideração de alguns fenômenos previstos por esta teoria. Os quatro testes mencionados acima são: 1) desvio gravitacional da frequência da luz para o vermelho; 2) dilatação temporal gravitacional; 3) precessão do periélio de Mercúrio; e 4) deflexão da luz por um campo gravitacional. Vamos considerar a situação de simetria esférica, na qual a métrica de Schwarzschild é solução das equações de campo de Einstein, descrevendo esta métrica e aplicando as equações geodésicas ao estudo dos quatro fenômenos.



**ALUNO: JOSÉ RICARDO DE OLIVEIRA ARAUJO – CEFET/RJ CAMPUS  
MARACANÃ  
ORIENTADOR: FLÁVIO GARCIA E EVELYN SANTOS**

## **SÍNTESE DE NANOPÁRTICULAS MAGNÉTICAS PARA O TRATAMENTO DE CÉLULAS TUMORAIS**

O câncer é caracterizado por um crescimento desordenado das células – neoplasia – em algumas partes do corpo. Neste sentido, ele pode ser combatido por meio de, principalmente, radioterapia, quimioterapia, imunoterapia, cirurgia e hipertermia. Esse último consiste no aumento da temperatura corporal a fim de lesar as células tumorais tendo em vista que elas têm uma circulação sanguínea menor e necrosam antes das células saudáveis.

Uma abordagem deste método é a hipertermia magnética, a qual se baseia no emprego de nanopartículas magnéticas que liberam calor quando submetidas a um campo magnético alternado. Além disso, essas nanopartículas possuem como vantagem a possibilidade de vetorização, reduzindo efeitos colaterais, pois o uso delas diminui o risco de danificação de células sadias. Entretanto, vale ressaltar que esse procedimento é alternativo e está em fase de estudo.

Nesse cenário, esse trabalho teve por escopo a produção de nanopartículas magnéticas feitas de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) de dois tipos morfológicos. A magnetita foi produzida a partir dos métodos de: coprecipitação química e reações hidrotermais.

Ademais, foram feitas avaliações comparativas entre ambos os sistemas, considerando o efeito da morfologia diferenciada sobre suas propriedades magnéticas. Enquanto um desses possui uma configuração de vórtice magnético, a outra é de tipologia superparamagnética. Dessa forma, para essa conclusão, elas foram caracterizadas através dos Microscópios Eletrônicos de Varredura (MEV) e de Transmissão (MET), da Difração de Raio X e de medidas magnéticas. A partir dessas análises juntamente com a medição do potencial de hipertermia de ambas as nanopartículas, foi possível qualificar qual das duas apresenta melhor desempenho para esse tratamento alternativo.

#### Referências

- [1] E. C. S. Santos et al. *New J. Chem.*, 2018, 42, 671-680. [2] C. Jia et al. *J. Am. Chem. Soc.* 2008, 130, 16968-16977. [3] E. Francisquini, J. Shoemaker e J. A. Souza. *Quím. Supramolecular e Nanotecnologia*, 14, 269-290.

**ALUNO: SOFIA MORENA TEIXEIRA COELHO – COLÉGIO PEDRO II  
HUMAITÁ**

**ORIENTADORES: GABRIEL AZZI E MAURÍCIO BOCHNER**

## **AUTOMAÇÃO DE SISTEMA GERADOR DE PULSOS RÁPIDOS PARA CALIBRAÇÃO DE PMTS**

Este trabalho consiste na utilização de microcontrolador atuando por interfaces adequadas em controlar e calibrar sistema eletrônico de geração de um único fóton (“single fóton”).

O microcontrolador gera “offset”, através de conversor analógico-digital, com passos de 1,2mV para um gerador de pulsos rápidos (nS) que excita LEDs com comprimento de onda na faixa de trabalho da PMT. O nível de tensão necessário para que a PMT capture o fóton é registrado em condições ótimas do ambiente de transmissão bem como de funcionamento da PMT. Novas medidas podem requerer incremento do offset, devido à contaminação no ambiente de transmissão do fóton (colisões) e queda de eficiência da PMT (ganho). Esta avaliação permite calibrar o sistema para a sensibilidade inicial através, por exemplo, da descontaminação do ambiente, do aumento da alta tensão de alimentação da PMT ou da substituição da mesma.

Neste projeto foi utilizada a plataforma de desenvolvimento Arduino com o microcontrolador ATMEGA 328 e conversor digital/analógico MCP4725 de 12bits. A programação em C/C++ e carregamento do “firmware” no ATMEGA 328 foi feita em Ambiente Integrado de Desenvolvimento – IDE, fornecido pela plataforma.



**ALUNO: MARIANA DE OLIVEIRA THEODORO DA SILVA – COLÉGIO  
PEDRO II TIJUCA  
ORIENTADORES: ELENA MAVROPOULOS E VICTOR HUGO DE  
SOUZA**

## **ESTUDO COMPARATIVO DE ADESÃO DE DIFERENTES TIPOS CELULARES**

No corpo humano, em casos de fraturas ósseas, para que haja a regeneração do tecido, ou seja, a formação de um novo tecido ósseo é necessário que haja a migração de células formadoras de matriz óssea para a região fraturada. Essas células são chamadas de osteoblastos e migram do próprio tecido para a área danificada, onde iniciam a etapa de mineralização. Na migração dessas células, ocorre o processo inicial chamado de adesão e espraiamento celular, que consiste na fixação de células a uma matriz ou substrato, onde as proteínas de ancoragem presentes na membrana celular se ligam à superfície da matriz, aderindo à célula. A velocidade de recuperação de pacientes é ligada diretamente à velocidade de migração das células ósseas; neste contexto, ao se avaliar a biocompatibilidade de biomateriais, testes de adesão são comumente realizados com o objetivo de contabilizar a área citoplasmática, que está intimamente ligada à afinidade química entre material e célula. Esse ensaio pode ser realizado com inúmeros tipos celulares: humanas (células primárias), imortalizadas (linhagens tumorais ou sadias), cada célula com suas características individuais, que podem alterar a velocidade de adesão e espraiamento. Dada a importância da etapa inicial de adesão celular, neste trabalho foi realizada a quantificação da área citoplasmática de 3 tipos celulares: fibroblastos humanos (HFB), células humanas originárias de osteosarcoma (MG-63) e células de linhagem óssea (pré-osteoblastos murinos do tipo MC3T3-E3) nos tempos de 30 min, 1 h, 2 h e 4 h. Para avaliação dos resultados foi utilizada a técnica de microscopia de fluorescência (Zeiss Axio Observer A1), com contabilização da área celular através do software Image Pro Plus 6.0 (Media Cybernetics Inc., USA).

**ALUNO: RAFAEL HIPÓLITO RODRIGUES – COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS**

**ORIENTADOR: LEONARDO CIRTO**

## **CRIPTOGRAFIA DE CHAVE PÚBLICA RSA**

Criptografia é a ciência de desenvolver técnicas para ocultar mensagens. Uma mensagem cifrada só deve ser lida pelo receptor autorizado e, caso interceptada, o processo de decifrá-la não pode ser fácil. Técnicas de criptografia são conhecidas há milênios. O Cifrário de César é um exemplo, usado pelo imperador romano no século I A.C. para proteger a comunicação com seus generais. Outro exemplo mais recente é a máquina nazista Enigma, cujo segredo foi quebrado por Turing, ajudando a mudar o curso da Segunda Guerra Mundial.

O avanço da computação fragilizou grande parte dos métodos antigos de criptografia. Na década de 1970, contudo, uma revolução teve início com a criptografia de chave pública. Grande parte da navegação na internet, de WhatsApp a transações financeiras, é protegida por métodos de chave pública. De forma geral, a criptografia de chave pública é construída sobre um problema matemático difícil de solucionar, porém fácil de verificar se uma dada solução é correta. O método RSA por exemplo, talvez o mais popular método de chave pública, explora a dificuldade de descobrir os fatores primos de um número grande: obter os fatores primos é difícil, recuperar o número original é fácil. Criptografia de chave pública é um encontro entre Ciência da Computação, Matemática, principalmente Teoria dos Números, e, mais recentemente, Física, devido à crescente área da Computação Quântica.

Neste trabalho, a primeira parte de um projeto de 2 anos, estudamos ferramentas relacionadas à criptografia RSA, tais como complexidade de algoritmo, primos, congruência. O objetivo é estudar o algoritmo de Shor, que, implementado em um computador quântico, simplificaria a fatoração em primos e fragilizaria boa parte do sistema criptográfico atual.

**ALUNO: TOMÁS FELICIANO NEVES DE ANDRADE OROZCO –  
COLÉGIO PEDRO II HUMAITÁ  
ORIENTADOR: NELSON PINTO NETO**

## **100 ANOS DO ECLIPSE DE SOBRAL E A RELATIVIDADE GERAL**

Em 2019 o eclipse de Sobral completou 100 anos. Ele foi fundamental para a comprovação da Teoria da Relatividade Geral, de Albert Einstein, que alçou o físico alemão ao estrelato. Será contada um pouco da história do eclipse e como ele provou a teoria de Einstein, mostrando que um raio de luz desvia ao passar por um campo gravitacional muito forte. Serão expostos cálculos e raciocínio utilizando física newtoniana básica, com aproximações, para estimar uma ordem de grandeza do efeito, que coincide com o cálculo newtoniano exato, e é duas vezes menor que o obtido na Relatividade Geral. Esta diferença crucial entre os resultados newtoniano e da Relatividade Geral será explicada, resultante da diferença fundamental entre as duas visões de gravidade. Também será abordado brevemente o conceito de raio de Schwarzschild, como ele foi descoberto, e como se relaciona com o desvio da luz.



**ALUNA: LEILIANE SOUZA DOS SANTOS MONTEIRO – COLÉGIO  
PEDRO II NITERÓI  
ORIENTADOR: LEONARDO OSPEDAL PRESTES ROSAS**

## **UM ESTUDO DE JATOS RELATIVÍSTICOS DA SS433**

Durante este projeto, realizamos algumas análises sobre a SS433, um sistema binário, formado por um objeto compacto (estrela de nêutrons ou buraco negro) e uma estrela normal, que emite jatos com altíssimas velocidades, de modo que é necessário considerarmos efeitos relativísticos.

Em primeiro lugar, estudamos o chamado caso instantâneo, no qual, por meio de alguns dados observacionais disponíveis na literatura e com a aplicação do efeito Doppler relativístico, foi possível obtermos a velocidade dos jatos e suas direções em um determinado período de dias. Posteriormente, partimos para o caso dinâmico, onde os jatos encontram-se em movimento periódico de precessão. Neste caso, foram coletados dados observacionais acerca dos jatos emitidos em um período superior a um ano e efetuamos a plotagem desses dados para uma melhor observação do movimento periódico. Em seguida, estudamos o modelo teórico dinâmico e definimos alguns parâmetros para que fosse possível descrever a precessão dos jatos. Por último, comparamos os gráficos gerados pelo modelo teórico com os dados observacionais.

**ALUNA: HELOÍSA CAMPOS ALMEIDA – COLÉGIO PEDRO II NITERÓI**  
**ORIENTADOR: MARCOS DE CASTRO CARVALHO (MAC GYVER)**

## **REMOÇÃO DE AGROTÓXICOS E DESINFECÇÃO DE ALIMENTOS**

Os agrotóxicos fazem parte de classes de substâncias químicas que são consideradas potencialmente tóxicas aos seres humanos. A utilização de agrotóxicos em vários estágios do cultivo e pós-colheita é importante na proteção e na preservação de alimentos. Entretanto, o monitoramento consciencioso é crucial. Os valores apresentados pela ANVISA superam os limites máximos de resíduos (LMR) definidos pelo Ministério da Saúde.

### **Alimentos mais contaminados com agrotóxicos segundo a ANVISA**

<b>PIMENTÃO</b>	<b>91,8%</b>	<b>CENOURA</b>	<b>49,6%</b>	<b>MAMÃO</b>	<b>30,4%</b>	<b>ARROZ</b>	<b>7,4%</b>
<b>MORANGO</b>	<b>63,4%</b>	<b>ABACAXI</b>	<b>32,8%</b>	<b>TOMATE</b>	<b>16,3%</b>	<b>FEIJÃO</b>	<b>6,5%</b>
<b>PEPINO</b>	<b>57,4%</b>	<b>BETERRABA</b>	<b>32,6%</b>	<b>LARANJA</b>	<b>12,2%</b>	<b>REPOLHO</b>	<b>6,3%</b>
<b>ALFACE</b>	<b>54,2%</b>	<b>COUVE</b>	<b>31,9%</b>	<b>MAÇÃ</b>	<b>8,9%</b>	<b>MANGA</b>	<b>4,0%</b>

Mesmo que os resíduos de agrotóxicos não excedam os limites máximos permitidos, ainda não se conhecem os efeitos da acumulação, ao longo do tempo. O processo de remoção de agrotóxicos de alimentos desenvolvido emprega o processo de ozonização fotocatalítica em três fases: fotólise, fotocatalise e ozonização, na qual o ozônio é empregado como oxidante auxiliar. O catalisador usado é o  $\text{TiO}_2$ . A eficiência é de 98 % em 10 minutos de reação para um volume de 2000 ml, suficiente para esterilizar cerca de oito frutas de volume similar a um limão. Foi observada também a possível formação de precipitados quimicamente inerte, resultante da mineralização (transformação de substância orgânica em uma substância inorgânica).



O método tem propriedades extraordinárias na desinfecção e descontaminação e o resultado do processo é a produção de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . A metodologia pode ser empregada para descontaminação maciça de agrotóxicos, nas lavagens de maquinário agrícolas e beneficiamento do produto na fonte, agregando qualidade e segurança ao consumidor e na preservação do meio ambiente, diminuindo a poluição dos rios, dos lagos e dos lençóis freáticos.

**ALUNO: MARIANNA TEIXEIRA MAURICIO – COLÉGIO PEDRO II SÃO CRISTÓVÃO**

**ORIENTADOR: EDUARDO MATZENBACHER BITTAR**

## **ESTUDO E SÍNTESE DE MONOCRISTAIS**

A matéria é feita de átomos e, na maioria dos materiais, esses átomos estão organizados de uma forma ordenada, configurando uma rede cristalina. Existem 14 tipos de redes cristalinas, conhecidas como Redes de Bravais, que podem formar cristais cúbicos, tetragonais, ortorrômbicos, entre outros. Neste trabalho foi realizada a síntese de três monocristais, por diferentes métodos. O projeto se iniciou com a síntese de monocristais de sais de Sulfato Cúprico ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) e Tartarato de Sódio Potássio ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ). Deixamos algumas semanas os sais em uma solução de água destilada supersaturada e, com o tempo, alguns cristais formaram. O Sulfato Cúprico nos exigiu um pouco mais de atenção, tendo que ser refeito três vezes, devido ao não surgimento de cristais nas primeiras tentativas. Um fato interessante foi que, na solução de Tartarato de Sódio Potássio, alguns cristais se dissolveram e, na semana seguinte, na mesma solução surgiram outros cristais. Isso ocorreu pela evaporação da água, que tornou a solução supersaturada novamente. Os cristais de sais obtidos tinham formato bem definido, reproduzindo a rede cristalina em que os átomos se arranjam nesses compostos. Outro método para síntese de monocristais é por fluxo metálico, que usamos para obter o cristal metálico  $\text{GdIn}_3$ . Nesse método pesamos os reagentes e deixamos o Índio em excesso, que funcionou tipo a solução aquosa para obter os monocristais de sais. Colocamos os reagentes em um tubo de quartzo, em vácuo, para não oxidar, em um forno de alta temperatura. Do forno o quartzo foi para centrífuga, para separar o líquido do sólido. Os cristais formados tinham formato cúbico, indicando que a rede cristalina nesse composto é cúbica. A partir de dados de difração de raios x, observamos cinco picos, que são devido aos seus planos cristalinos cúbicos e desse dado também extraímos o parâmetro de rede, obtendo o valor de  $4,594 \text{ \AA}$  ( $4,595 \times 10^{-10} \text{ m}$ ).



**ALUNO: PEDRO ALÍPIO BATISTA – CEFET/RJ CAMPUS ITAGUAÍ**  
**ORIENTADOR: JOSÉ ABDALLA HELAYËL-NETO**

## **O ESPALHAMENTO FÓTON – FÓTON E A NÃO LINEARIDADE ELETROMAGNÉTICA**

Há 90 anos, Paul Dirac propôs a ideia do vácuo quântico em seu trabalho “Uma Teoria para Elétrons e Prótons”, de 1929. Em 1931, seu célebre trabalho com a proposta de existência do pósitron, a antipartícula do elétron, define uma nova direção no estudo da interação eletromagnética. Otto Halpern, em 1933, lança a proposta de que o vácuo quântico teria uma consequência imediata sobre o espalhamento entre fótons, conhecido como Espalhamento de Delbrück, estudado logo após, em 1933 mesmo. Em seguida a este trabalho, surge, em 1936, a chamada Eletrodinâmica não linear de Euler – Heisenberg, também como consequência da ideia do vácuo quântico de Dirac, na qual se revê o espalhamento fóton – fóton. Entretanto, este processo de espalhamento escapou à detecção por 84 anos, até que foi diretamente medido na Colaboração-ATLAS do LHC em 2017.

A proposta deste Projeto é, usando o espalhamento luz – luz, trazer ao estudante do Ensino Médio uma primeira abordagem à não linearidade em Física, possibilitando um contato mais suave com processos fundamentais da Natureza. Além disso, o Projeto também se propõe a cumprir a missão de mostrar como um processo físico tão relevante e debatido – e aparentemente muito simples – constitui-se em um grande desafio experimental, tendo que esperar oito décadas para ser diretamente medido pela primeira vez. Finalmente, consideramos interessante mostrar ao estudante deste nível todo o esforço teórico e experimental para se estender uma teoria consagrada (e linear) como o Eletromagnetismo de Maxwell.





**ALUNO: JEAN VICTOR FERNANDES COUTINHO – COLÉGIO PEDRO II  
SÃO CRISTÓVÃO  
ORIENTADOR: RAUL O. VALLEJOS**

## **COREOGRAFIAS PLANETÁRIAS**

Analisamos algumas famílias de soluções periódicas planares conhecidas do problema de  $N$  corpos gravitacional. Começamos estudando os fundamentos, i.e., as leis de Newton e a lei de atração universal. Depois estudamos um pouco de história, em particular o problema de Kepler ( $N=2$ ) e as soluções descobertas por Euler (1767) e Lagrange (1772) para  $N=3$ . Finalmente consideramos algumas soluções modernas, cujo cálculo exige algoritmos numéricos sofisticados: as soluções para  $N=3$  do tipo “queda livre” (velocidades iniciais nulas) e algumas soluções coreográficas (todos os corpos percorrem a mesma trajetória fechada) para  $N=3$  e  $N=4$ . Reproduzimos todas as soluções mencionadas usando o *software* Mathematica.

### Referências

- 1) Coreografias no problema de  $N$  corpos, Gabriela Depetri, Tese de Mestrado (Universidade de São Paulo, 2011).
- 2) *Collisionless periodic orbits in the free-fall three-body problem*, Xiaoming Li e Shijun Liao, *New Astronomy* 70, 22 (2019).



**ALUNO: FELIPE RESENDE DE MENDONÇA – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**

**ORIENTADOR: ARTHUR MARQUES MORAES**

## **RECONSTRUÇÃO DE PARTÍCULAS COM O CMS-LHC**

Na apresentação do meu trabalho sobre reconstrução de partículas, começarei explicando um “event display”, que registra partículas produzidas em colisões do LHC. Introduzirei o modelo atômico, no qual o átomo é entendido como a unidade fundamental para a classificação dos elementos químicos. Falarei sobre diversas descobertas científicas relacionadas aos átomos, em ordem cronológica, e também um pouco sobre a tabela periódica. Explicarei, de maneira breve, o modelo padrão das partículas subatômicas, responsável por classificar a matéria em férmions e bósons, que se diferenciam pelos seus spins, respectivamente fracionários e inteiros. Em seguida, falarei sobre o laboratório CERN, o colisor LHC e o detector CMS, apresentando suas funções e características marcantes. Mencionarei a teoria que propõe o bóson de Higgs como solução para resolver o mistério da origem das massas das partículas. Apresentarei, também, algumas propriedades do bóson de Higgs, por meio de um experimento que mostrará como sua existência foi descoberta. Posteriormente, apresentarei dados coletados pelo CMS e compararei com os encontrados por mim. Através da minha análise identificarei, por meio de picos na reconstrução das massas, diferentes partículas. Utilizarei combinações de fótons, elétrons e múons para reconstruir as massas das partículas. Ao final concluirei com meu depoimento sobre a experiência de participar do Programa de Vocação Científica do CBPF.



**ALUNO: MARIANA PAIXÃO BATISTA – COLÉGIO PEDRO II CENTRO  
ORIENTADOR: HÉLIO DA MOTTA FILHO**

## **ESTIMAÇÃO DA ENERGIA DO NEUTRINO NO EXPERIMENTO MINERVA**

Os neutrinos são partículas elementares que não possuem carga elétrica, são extremamente numerosos e podem ser classificados em três tipos, ou sabores: neutrino do múon, neutrino do elétron e neutrino do tau. Esses neutrinos possuem esses nomes pois em interações aparecem associados a um múon, um elétron ou um tau, dependendo de qual neutrino participa da interação. Parte dos neutrinos que atingem a Terra provém de reações nucleares ocorridas no Sol, nesse percurso o neutrino pode mudar de sabor. A formação de neutrinos também pode ocorrer na colisão de raios cósmicos nas camadas superiores atmosféricas da Terra. Pesquisas e experimentos sobre os neutrinos são presentes atualmente na ciência para ajudar a compreender a origem e evolução do universo. Nesse projeto foram utilizados simulação e dados do experimento MINERvA para calcular a energia do neutrino a partir das informações obtidas das outras partículas resultantes da interação do neutrino com o detector do MINERvA. Empregamos o programa de análise de dados ROOT para selecionar os eventos de interesse e encontrar os melhores valores das variáveis a serem utilizadas no cálculo da energia do neutrino.



**ALUNO: UILSON GABRIEL CASTRO – COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS**

**ORIENTADORES: RODRIGO FELIX E ANNA PAULA BOURDON**

## **PROPRIEDADES ANTICORROSIVAS DO ÓXIDO DE GRAFENO REDUZIDO: ELETRODEPOSIÇÃO CATÓDICA SOBRE AÇO IF**

A National Association of Corrosion Engineers (NACE) estima que o custo global da corrosão é de US\$ 2.5 trilhões (2016), o que equivale a 3,4% do produto interno bruto global. Em busca de soluções mais sustentáveis e economicamente viáveis, são pesquisadas diversas formas de evitar a corrosão metálica. Usaremos neste trabalho a técnica de eletrodeposição catódica, depositando elétrons no substrato através de uma solução eletrolítica sob ação de uma corrente elétrica.



**ALUNO: REBECA ARAÚJO DE MELLO – COLÉGIO PEDRO II  
ENGENHO NOVO  
ORIENTADORA: DRA. LIA SOUZA COELHO**

## **RECONHECIMENTO DE FUNGO E FASE DE CRESCIMENTO EM CÁPSULA DE CAFÉ**

Os fungos são organismos eucarióticos, unicelulares ou pluricelulares e heterotróficos. Além de serem importantes como decompositores na indústria alimentícia e de bebidas, os fungos também são relevantes na indústria farmacêutica na produção de antibióticos. Entretanto, alguns fungos são causadores de doenças e devem ser analisados com muita cautela e seriedade. O objetivo do trabalho foi identificar a espécie de fungo que cresce em cápsula de café usada. A amostra foi coletada diretamente sobre a superfície da cápsula, fixada com Karnovsky por 20 min e fixada com Tetróxido de Ósmio por 20 min com lavagem de tampão Cacodilato. A amostra foi desidratada em solução crescente de etanol (50%, 70% e 80%) por 5 min e (90%, 95% e 100%) por 10 min. Logo após, as amostras foram imersas em hexametildisilazano (HMDS) por 10 min e deixadas secar no interior de uma câmara de exaustão, por 12 horas. Na etapa seguinte, os corpos de prova foram fixados em um suporte de alumínio sobre fita de carbono e metalizados com ouro (sputtering, EMITECH, K550X) por 1 min de deposição com 40 mA.

A morfologia do fungo foi analisada por microscópio eletrônico de varredura (Jeol 7100FT) com 10 kV e 12 mm de distância de trabalho. Nas micrografias foram encontrados esporos de resistência de parede grossa denominada zigósporo, originados a partir de um zigosporângio, que é resultado da fusão de dois gametas, reconhecendo o fungo como do filo *Zygomycota* e gênero *Rizhopus spp.*, em fase sexuada. Além disso, foram encontrados esporos da fase assexuada e hifas não septadas em menor quantidade. Portanto, este gênero de fungo é importante para a decomposição de alimentos, mas pode causar micose e mucormicose.

#### Referências

1. [paginapessoal.utfpr.edu.br > MorfologiadadosFungos.pdf > at\\_download > file](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/MorfologiadadosFungos.pdf)
2. <https://docplayer.com.br/72754260-Classificacao-dos-fungos.html>
3. Severo CB, Guazzelli LS, Severo LC. Capítulo 7 – Zigomicose. J Bras Pneumol. 2010;36(1):134-141

**ALUNO: LUIZ GUSTAVO NASCIMENTO DE LIMA – E. T. E. VISCONDE  
DE MAUÁ**  
**ORIENTADOR: MARTÍN MAKLER**

## **ARCOS GRAVITACIONAIS**

Arcos gravitacionais são imagens deformadas de galáxias distantes quando sua luz atravessa um forte campo gravitacional. O projeto se insere no contexto da comemoração dos cem anos desde a primeira observação da deflexão da luz, realizada em 1919 na cidade Sobral no Ceará (e também na Ilha de Príncipe) durante um eclipse total do Sol. O objetivo do projeto foi simular a formação de arcos gravitacionais usando a linguagem de programação Python com a ajuda da biblioteca Matplotlib para realizar os gráficos. Usando o programa pycharm, estudei a linguagem e criei um código que permite fazer cálculos para obter a imagem dos arcos. Com este projeto podemos mostrar como é formado um arco gravitacional, motivando e levando a uma maior compreensão sobre as pesquisas realizadas na área, pois o conhecimento sobre esse assunto ajuda a desvendar o mistério sobre a matéria escura e a estudar galáxias mais distantes.

**ALUNO: JENNIFER VICTÓRIA COSTA DA SILVA – IFRJ CAMPUS NILÓPOLIS**

**ORIENTADOR: FELIPE TOVAR FALCIANO**

## **ESTRELAS VARIÁVEIS E A MEDIDA DE EXPANSÃO DO UNIVERSO**

A partir de 1929, por meio dos estudos de Edwin Hubble, tornou-se de conhecimento da comunidade científica que o universo se encontra em expansão, cujo valor pode ser quantificado pela constante de Hubble ( $H_0$ ). O valor inicial medido por Hubble foi dez vezes maior que os valores atuais. Mesmo com todos os avanços que se seguiram na área, o valor exato desta constante ainda é motivo de intenso debate na comunidade científica, pois o valor inferido através da radiação cósmica de fundo (radiação restante da era em que o universo era quente e denso e é captada das mais longínquas zonas do universo) não concorda com os dados obtidos por medidas locais utilizando, por exemplo, as estrelas variáveis Cefeidas. Esse tipo de estrela é de grande valia, pois, por meio de uma relação luminosidade-período, descoberta pela astrônoma Henrietta Leavitt, é possível determinar distâncias astronômicas que seriam inatingíveis apenas com o método de paralaxe (variação aparente da posição de um corpo celeste devido à translação da terra ao redor do sol). Nesta apresentação iremos descrever os conceitos básicos de astrofísica, o comportamento das Cefeidas, comentaremos um pouco mais sobre o  $H_0$  e o problema enfrentado pela cosmologia na busca pelo seu valor, para enfim chegar ao objetivo central, que é analisar como as estrelas Cefeidas podem ser usadas para determinar a taxa atual de expansão do universo.





**ALUNA: BIANCA DE MELO ARAÚJO – INST. DE APLICAÇÃO  
FERNANDO RODRIGUES DA SILVEIRA (CAP-UERJ)  
ORIENTADOR: MARCOS DE CASTRO CARVALHO (MAC GYVER)**

## **ESTUDO SOBRE ALTERNATIVAS FARMACOLÓGICAS AOS CORTICOSTEROIDES NO TRATAMENTO DE INFLAMAÇÕES CRÔNICAS**

Os corticosteroides são uma classe de medicamentos utilizada atualmente no tratamento de inflamações crônicas. Por conta de sua atuação na supressão do sistema imunológico do paciente, o uso prolongado de corticosteroides está correlacionado ao aumento da frequência e da severidade de diversas infecções. Tendo isso em vista, os objetivos dessa pesquisa são: revisar na literatura os mecanismos envolvidos nos processos inflamatórios no organismo humano; simular e sintetizar fármacos de ação anti-inflamatória que não provoquem a supressão do sistema imunológico. Verificou-se que os eicosanoides – hormônios parácrinos derivados de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) – atuam como mediadores de processos inflamatórios a nível celular. Os efeitos anti-inflamatórios dos eicosanoides ocorrem na metabolização dos AGPI Ácido Eicosapentaenoico (EPA), Ácido Docosaheptaenoico (DHA) e Ácido Gama-Linolênico (GLA) – com a intermediação da isoforma 1 da enzima ciclooxigenase (COX1). Além disso, constatou-se que os processos inflamatórios são resultado da metabolização do Ácido Araquidônico (AA), sendo a principal enzima envolvida a isoforma 2 da ciclooxigenase (COX2). Assim, também foram estudados inibidores da COX2 a fim de impedir o desencadeamento da inflamação. Constatou-se que o diflunisal, além de sua alta eficiência na inibição da COX2, também possui grande permeabilidade na membrana plasmática (promovendo maior rapidez na resposta imunológica) e inibe a síntese de proteínas envolvidas no processo inflamatório. Concluiu-se que promoveria maiores efeitos anti-inflamatórios e menor supressão imunológica fármacos constituídos por uma associação entre EPA, DHA e GLA – AGPI envolvidos em processos anti-inflamatórios – e diflunisal – eficiente inibidor da COX2.

**ALUNO: RAPHAEL NUNES DA SILVA MOREIRA SOUZA – CEFET/RJ**  
**CAMPUS MARACANÃ**  
**ORIENTADORA: ISABEL LIZ CASTRO MERINO**

## **MAGNETORRESISTÊNCIA EM FILMES FINOS DEPOSITADOS POR MAGNETRON SPUTTERING**

No ano de 2019 completa-se 31 anos desde a descoberta do fenômeno da Magnetorresistência Gigante, desde então o mundo da Física/Eletrônica nunca mais foi o mesmo. A Spintrônica, matéria que estuda formas de manipular o Spin dos elétrons de forma a se conseguir codificar informação, surge com esta descoberta.

O projeto visa mostrar as etapas de estudo de Filmes Finos magnetorresistivos até a sua aplicação em um circuito de sensoriamento magnético. Iniciamos com uma revisão histórica desde a descoberta do efeito magnetorresistivo em 1856 por Lorde Kelvin, até os anos 80 com a magnetorresistência gigante. Mostramos as etapas da preparação dos Filmes Finos em que temos: o corte e limpeza dos substratos e a manipulação do equipamento até chegar à deposição dos materiais, usando a técnica de Magnetron Sputtering. Abordamos também o processo da obtenção das taxas de deposição de cada alvo (material) utilizando medidas de refletividade de Raios X, necessária para o cálculo das espessuras dos filmes a serem depositados.

Ao final apresentamos a análise de um filme de multicamadas de Fe/IrMn e o projeto do sensor de campo magnético.

Palavras-chave: Filmes finos, magnetorresistência gigante.



**ALUNO: PEDRO EDUARDO SANTIAGO BRITO – COLÉGIO PEDRO II  
DUQUE DE CAXIAS  
ORIENTADOR: DR. HORÁCIO COELHO JÚNIOR**

## **ESTUDO PARTICIPATIVO SOBRE A SÍNTESE DO SEMICONDUTOR ZnSiN<sub>2</sub>**

Semicondutores podem ser essenciais para a qualidade de vida e o progresso da humanidade. Esta tecnologia está presente principalmente em computadores, telefones celulares e outros diversos dispositivos eletrônicos. Materiais semicondutores baseados em elementos de baixa toxicidade e abundantes na terra podem ser um atrativo para a produção de novos dispositivos, com as características de uma demanda mundial pela chamada energia verde. Neste trabalho participativo é apresentado o estudo sobre a síntese do semicondutor Nitreto de Zinco Silício (ZnSiN<sub>2</sub>), utilizando a técnica de deposição atômica por Magnetron Sputtering. Os elementos constituintes na síntese são não tóxicos e abundantes na terra, tornando o material promissor para esta nova geração de materiais com potencial aplicação tecnológica. ZnSiN<sub>2</sub> não é encontrado na natureza e faz parte de estudos recentes no meio científico-tecnológico. Adicionalmente, a possibilidade de dopar o semicondutor ZnSiN<sub>2</sub> (adicionar um pequeno percentual de outros elementos na síntese) com íons magnéticos como o Vanádio (V), por exemplo, também pode ser favorável para a síntese de um Semicondutor Magnético Diluído (DMS, do inglês: Diluted Magnetic Semiconductor), com a possibilidade de novas aplicações no campo da spintrônica (eletrônica de transporte de spins). A síntese do semicondutor foi caracterizada utilizando a técnica de Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM, do inglês: Transmission Electron Microscopy), visando estudar a morfologia do material sintetizado em uma escala atômica. A técnica foi também utilizada para estudar as partículas que constituem a atmosfera de uma região do bairro Parque Barreto, da cidade de São João de Meriti.

**ALUNA: MAYRA EDUARDA DA SILVA JORGE – COLÉGIO PEDRO II  
SÃO CRISTÓVÃO  
ORIENTADOR: CÁSSIO IAGO SANTOS MARINHO**

## **BURACOS NEGROS: DA TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL À SUA PRIMEIRA VISUALIZAÇÃO DIRETA**

O objetivo deste estudo foi entender o que são os buracos negros, como funcionam e quais tipos são seus tipos, como por exemplo, qual o significado de afirmar que um buraco negro é descrito pela métrica de Kerr ou pela métrica de Schwarzschild, como também quais são suas principais características. Com isso, também podemos ter um melhor entendimento da física por trás da primeira foto divulgada de um buraco negro, bem como quais artifícios foram necessários para tal realização. Para este objetivo, primeiramente realizamos um estudo introdutório sobre a Teoria da Relatividade Geral, a fim de obtermos informações sobre métrica, singularidades e horizonte de eventos. Desta forma, analisamos os buracos negros estáticos descarregados (Schwarzschild) e os girantes (Kerr). A análise de buracos negros de Kerr é especialmente útil para a interpretação da foto do buraco negro localizado no centro da galáxia Messier 87 (M87).



**ALUNO: MATHEUS NAOTO IMAMURA – COLÉGIO PEDRO II CENTRO**  
**ORIENTADOR: ELMO BRANDÃO**

## **FOGUETES EXPERIMENTAIS SÓLIDOS: MODELAGEM E TESTE**

Diferente do espaçomodelismo e hobbies equivalentes, a propulsão experimental é uma atividade desafiadora e educativa em que os foguetes são projetados e construídos do zero, da estrutura à eletrônica. Para isso é necessário estabelecer os parâmetros de voo como altura e velocidade máxima, bem como o peso inicial e final da aeronave.

No entanto, inevitáveis modificações ao longo do projeto e construção alteram constantemente a massa do foguete, afetando diretamente sua velocidade e modificando as exigências de impulso, que por sua vez interferem novamente no peso total. A correlação entre a dinâmica na variação da geometria do grão, a temperatura e pressão interna da câmara de combustão e a massa molar média dos subprodutos da queima do propelente com a velocidade de saída dos gases, só para exemplificar, consistem em problemas de referência circular que podem ser abordados de várias formas, desde que se conheça bem suas variáveis, requerendo cuidado especial por estas estarem interligadas através de tantas funções.

O trabalho deste ano volta a utilizar métodos numéricos, desta vez comparando os modelos gerados com valores obtidos experimentalmente, além de apresentar conceitos básicos e princípios de funcionamento dos motores de reação e seus componentes.

**ALUNA: GABRIELA MAIA MARAZZO DA SILVA – COLÉGIO PEDRO II CENTRO**

**ORIENTADORA: JUCIANE MARIA ALVES**

## **PRODUÇÃO DE DISPOSITIVOS POR FOTOLITOGRAFIA**

A técnica de fotolitografia é utilizada na transferência de padrões geométricos das diversas regiões que formam os dispositivos e interconexões presentes em microcircuitos integrados. Nanodispositivos produzidos por fotolitografia como sensores são aplicados na área da saúde, segurança, meio ambiente, industrial, entre outras. Neste trabalho desenvolveu-se a geometria de um sensor por meio desta técnica. Primeiramente, utilizou-se o software LibreCAD para confecção do padrão geométrico do dispositivo desejado. Em seguida, foi realizada a aplicação de resiste fotossensível em sala limpa, AZ 1505, em substrato de silício (111) e ocorreu exposição à luz UV com comprimento de onda de 405 nm através da Laser Writer para transferência do padrão geométrico sobre o silício. Após o processo de revelação da geometria do dispositivo, com revelador AZ 300, utilizou-se a técnica de sputtering para deposição de uma camada metálica de ordem nanométrica sobre o silício. Para finalizar o processo de gravação do dispositivo realizou-se o processo de lift-off em acetona. Ao final do processo, foi obtido com sucesso um padrão geométrico com dimensão micrométrica.



## **A TOXICIDADE NA MAQUIAGEM**

É inegável que as pessoas, frequentemente, fazem a utilização de diversos cosméticos que possuem compostos químicos perigosos, capazes de penetrar nos poros e atingir a corrente sanguínea. A interação dessas substâncias com o organismo pode causar reações adversas aos seres humanos, devendo haver, nesses casos, limites de concentração nos produtos. Portanto, o presente trabalho possui o objetivo de investigar a presença desses químicos e sua toxicidade, em diferentes maquiagens, além de testar a eficiência do uso do microscópio eletrônico, de varredura (MEV) e de transmissão (MET), como método alternativo para essa análise. Para isso, analisou-se três amostras, sendo elas a sombra (Avon), o corretivo facial (Luisance) e o pó (Mac). Essas foram preparadas por dispersão em ultrassom e gotejadas em diferentes grades, de forma que poderiam ser introduzidas nos microscópios eletrônicos expostos. Nessas, procederam-se as leituras MET, STEM e EDS, analisando a micrografia e a composição de cada uma. As micrografias, na escala de nanômetros, mostraram que as maquiagens possuem partículas de tamanho extremamente pequeno, podendo ter um potencial para adentrar os poros faciais. Além disso, foram encontrados elementos como ferro, cobre, silício, magnésio, titânio, mercúrio, carbono, alumínio, antimônio, níquel e oxigênio, provavelmente sendo composta por óxidos desses elementos e algum corante orgânico. O uso de ambos os microscópios eletrônicos se mostrou como um método eficiente e alternativo na determinação dos elementos presentes na maquiagem. Além, ambas as três amostras se mostraram ligeiramente alarmantes em relação à composição, uma vez que possuem estudos sobre a toxicidade dos óxidos de cobre, titânio, alumínio, além dos de antimônio, mercúrio e níquel, que constituem metais bioacumulativos.

