



# **Linhas de Pesquisa Desenvolvidas no Laboratório de Física Experimental e Aplicada - LaFEA**

**Profa. Ana Barros**

**Localizado: Campus Maracanã, Bloco D- Salas 119- A, B e C**



- Física da Sonoluminescência
- Processos de Deposição de Filmes Finos de Nano-Compostos
- Desenvolvimento e Células Solares Orgânicas
- Sensores Eletroquímicos\*
- Espectrometria de massa com elétrons de baixa energia - Gelos Astrofísicos: Ênfase em gelo de água - CEFET, PUC, GANIL (França) e NASA
- Produção Fotocatalítica de H<sub>2</sub> verde\*





## ULTRASOUND BEHAVIOR OF DIFFERENT CERAMIC PIEZOELECTRIC TRANSDUCERS APPLIED TO SONOLUMINESCENCE<sup>1</sup>

Engevista- UFF-2009

*A.L.F. de Barros<sup>2</sup>*  
*G. Watanabe<sup>3</sup>*  
*A.L.M.A. Nogueira<sup>4</sup>*  
*R. Lopes<sup>5</sup>*

**Abstract:** Single-bubble sonoluminescence (SBSL) is a light-emission event from a stably oscillating bubble trapped at the pressure anti-node of a standing ultrasound wave, a phenomenon that has been studied intensively for a decade [1]. Using ceramic piezoelectric transducers PZT, we are able to irradiate a liquid inside a resonator flask by means of an ultrasound wave, and we eventually capture a bubble inside a restricted domain in the aqueous medium. The trapped bubble will expand and collapse at an accelerated rate, emitting light. To capture the bubble we perform some experiments using differently sized and shaped piezoelectric transducers, and we manage to verify their capacitance and impedance behavior in our sonoluminescence circuit. Our experiments were performed at Laboratory of Experimental and Applied Physics (LaFEA) at CEFET-RJ.



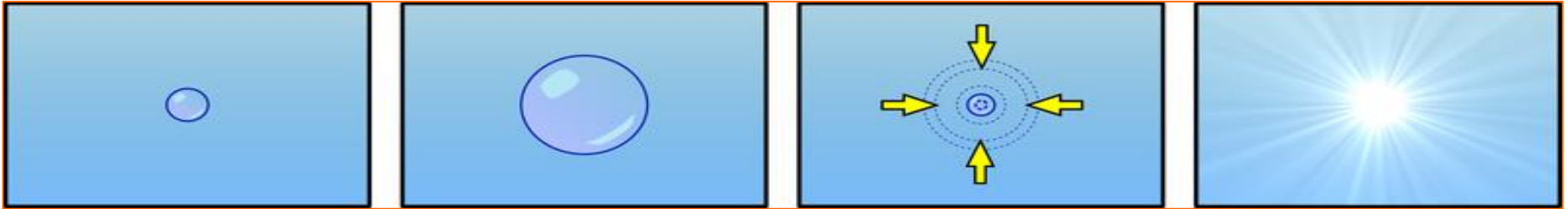
## Física da Sonoluminescência - 2007-2008

- **Gabriel Watanabe (IC- 6º automação)**
- **João Fernandes (IC- 6º automação)**
- **Rafael Lopes (IC- 8º elétrica)**
- **Rafael Dang (IC- 5º produção)**
- **André Giorgini (IC- 7º telecom)**

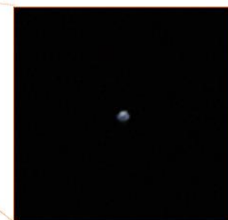
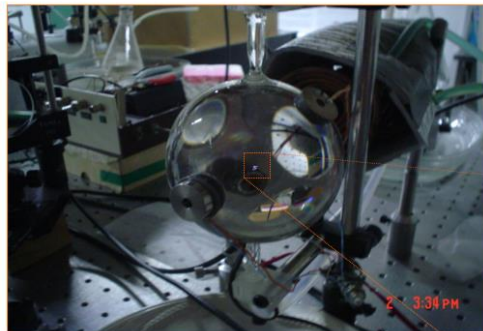
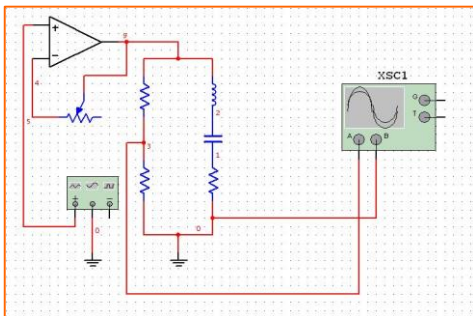
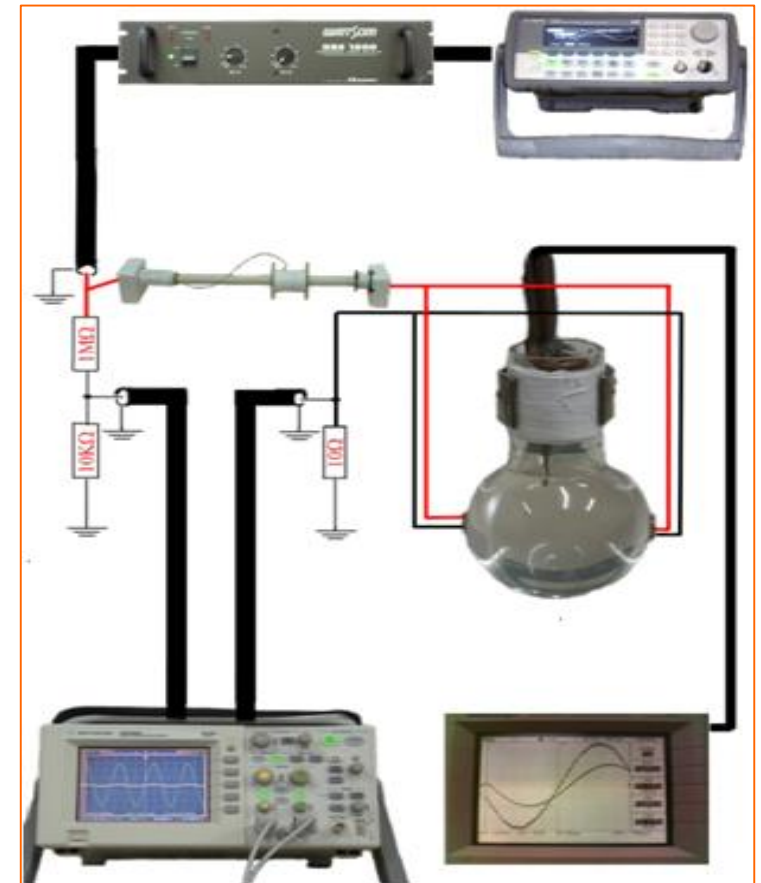


# O que é Sonoluminescência?

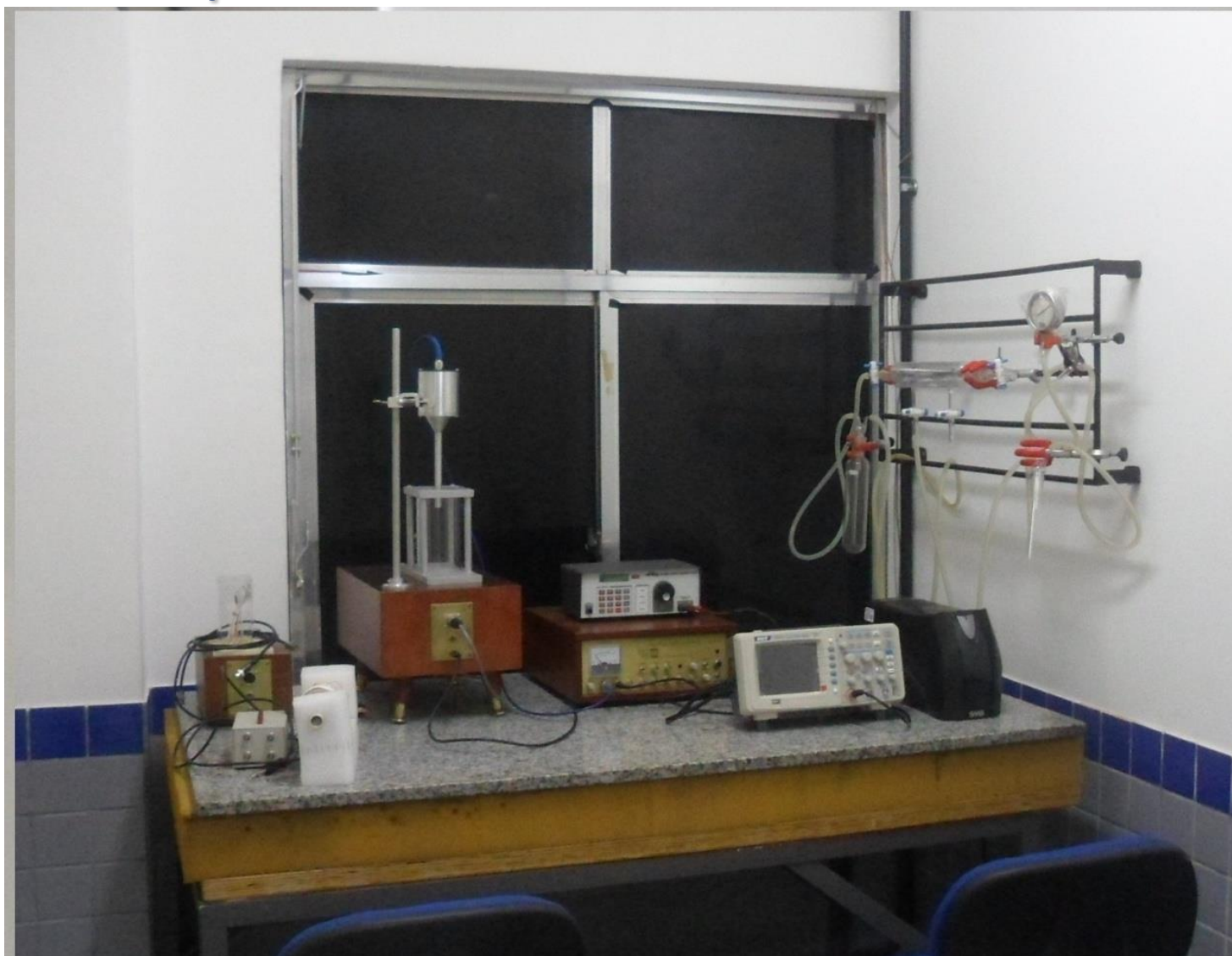
Sonoluminescência de uma única bolha (SBSL) é um fenômeno onde energia sonora é convertida em luz.



- Um Gerador de Funções Senoidais;
- Um Amplificador de Potência (40W - 120W);
- Transdutores Piezo-Elétricos (PZT);
- Um Ressonador (cilíndrico ou esférico);
- Um Circuito Elétrico;
- Uma Foto-Multiplicadora (PMT).



## Aparato no LaFEA 2007 -2012





**Profa. Ana Lucia F. de Barros**

**Prof. Ralph Schmittgens (Technische Universität Dresden)**

**Prof. Dr. Eberhard Schultheiß – Instituto de Eletrônica do Estado Sólido (IFE) da Universidade Técnica de Dresden (TUD) e Instituto Fraunhofer de Tecnologia de Feixe de Elétrons e de Plasma (FEP)**



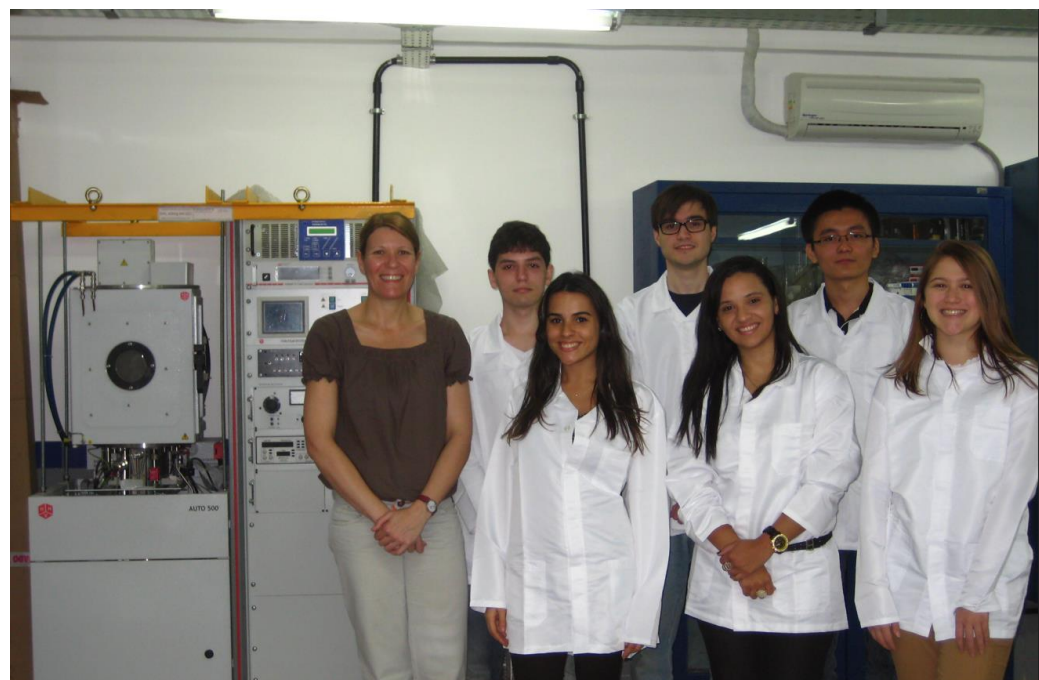
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN



Fraunhofer  
Institut  
Elektronenstrahl und  
Plasmatechnik

## Deposição de Filmes Finos – 2009- atual

- Diego Fernandes (IC- 3º mecânica)
- Thiago Lopes (IC- 3º mecânica)
- Henrique Ferreira (IC- 1º mecânica)
- Lucas Vignoli (IC- 5º mecânica)
- Igor Fita (IC- 5º mecânica)
- Rafael Ricardo (IC- 6º mecânica)
- Patricia Sales Mansano (IC- 5º elétrica)
- Priscila Rodrigues Alves (IC- 4º elétrica)
- Luísa Barros de Mendonça (IC- 3º mecânica)



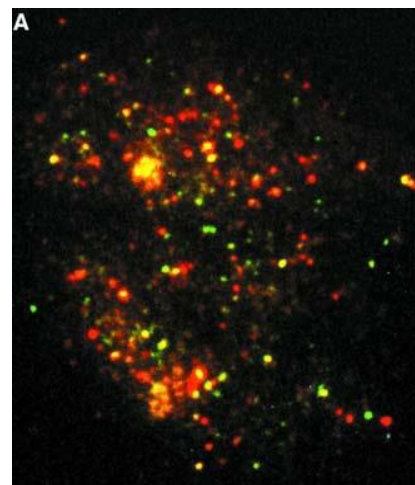
# Implementação Prática de Processos de Deposição a Vácuo

→ Especialização para engenheiros dos cursos de pós graduação e alunos de graduação, com ênfase em eletrotécnica, eletrônica e telecomunicações, e de Engenharia Industrial de Controle e Automação;

→ Promover a qualificação de engenheiros: Perspectiva de interação com a indústria brasileira;

→ Criação de um centro de experimentos aplicados nos processos de filmes finos;

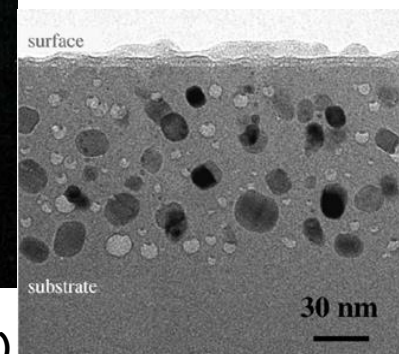
→ Intercâmbio entre o CEFET/RJ, o Fraunhofer Institute for Electron Beam and Plasma Technology e a Universidade Técnica de Dresden



Lynn A. Peyser, et al.  
*Science* 291, 103 (2001)

## Motivação

Microscopia eletrônica



L. Armelao et al.,  
*Chem. Mater.* 17, p.1450 (2005)



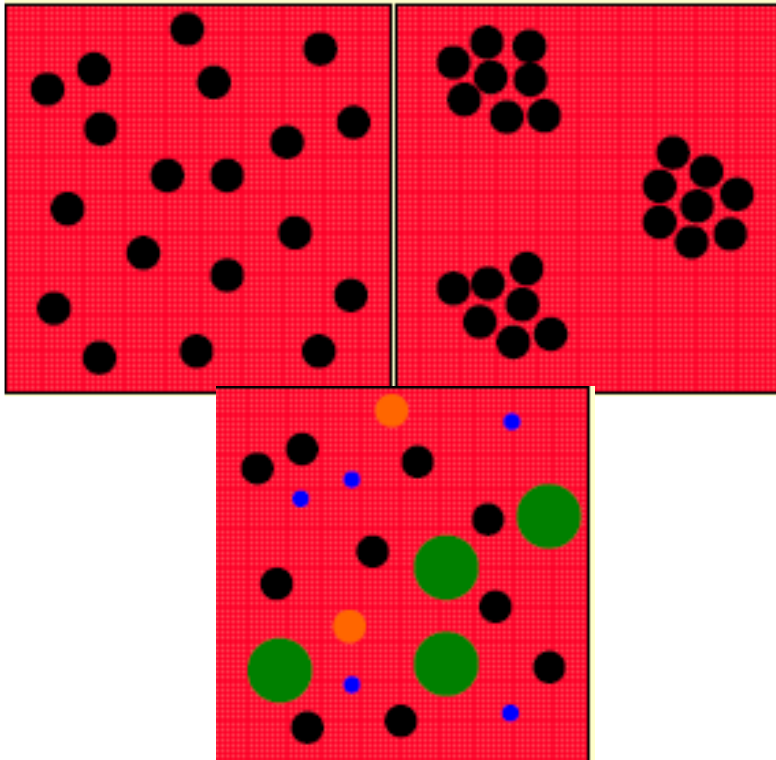
Diodo orgânico emissor de luz.



Etiquetas Holográficas



## Aplicações



- Nanotecnologia: Novos materiais com melhores ou novas propriedades: mecânica, ótica, elétrica, magnética e química
- Classes de Materiais: Nanocompostos inorgânicos e polímeros
- Tecnologia: Deposição de filmes finos

- Uso das vantagens de métodos básicos de vácuo para criar nano-compostos
- Fabricar novos materiais e combinar materiais
- Criar novas funcionalidades





## Tecnologia

- Evaporação reativa ativa por plasmas
- Sputtering DC Magnético Duplo



LaFEA 2010

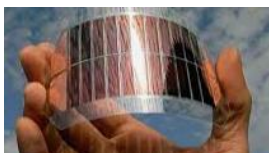


## Aplicações



## Deposição em Redes Plásticas e Folhas



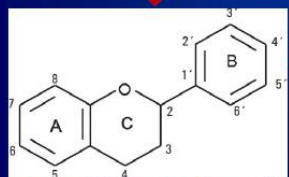


## Caracterização e análise de células solares utilizando a HHV AUTO-500

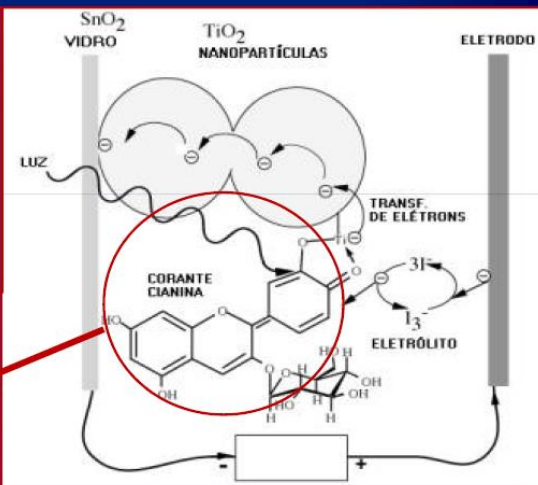
### Células Fotovoltaicas Orgânicas Sensibilizadas por Corantes

#### DSSC: Esquema de funcionamento

Os flavonóides encontrados nos alimentos são classificados em diversas subclasses, incluindo as antocianinas, as antocianidinas, os flavonóis, as flavononas, as flavonas, as catequinas, os flavanóis e seus precursores metabólicos conhecidos como chalconas.



Estrutura básica dos flavonóides



LaFEA 2013

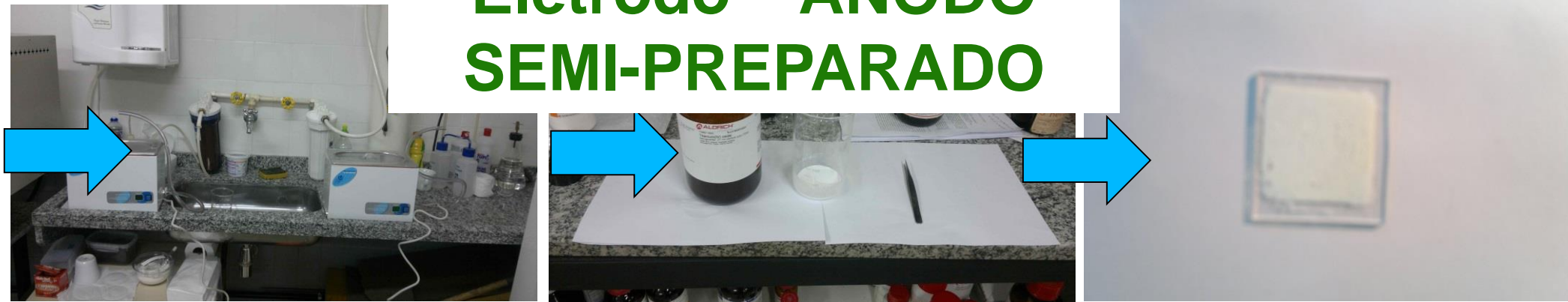


- Nathália Estevam (IC- 2013-2015)
- Francisco Braga de Albuquerque (IC – 2013- 2014)
- Daniel da Motta (Mestrado PPEEL 2014)

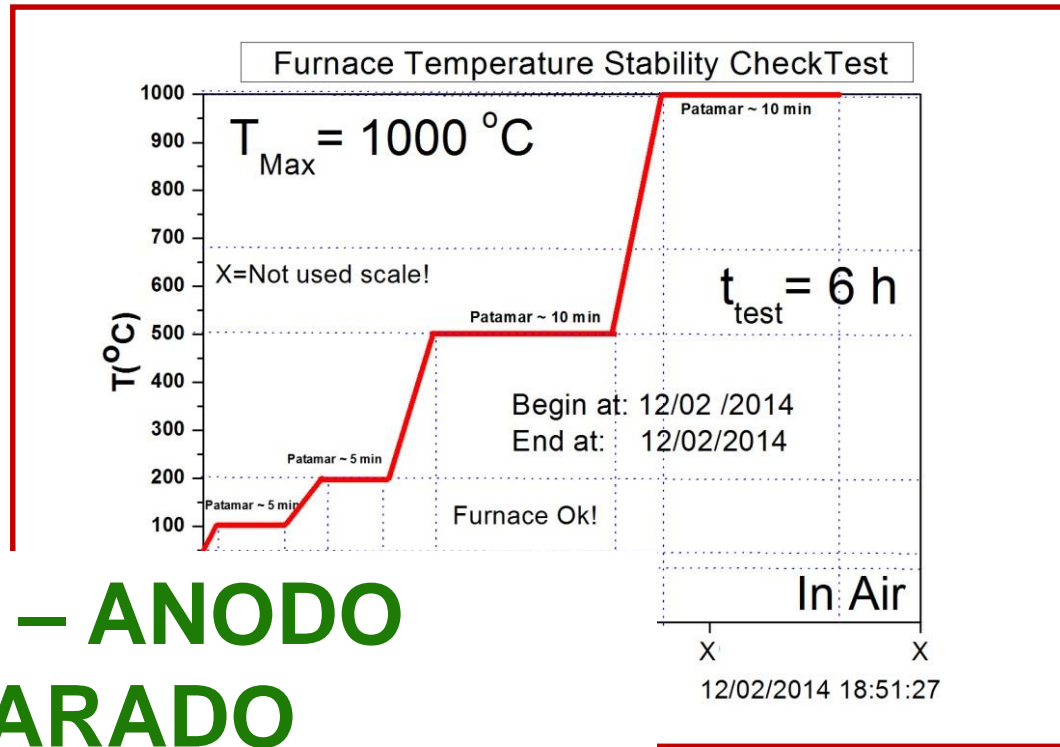
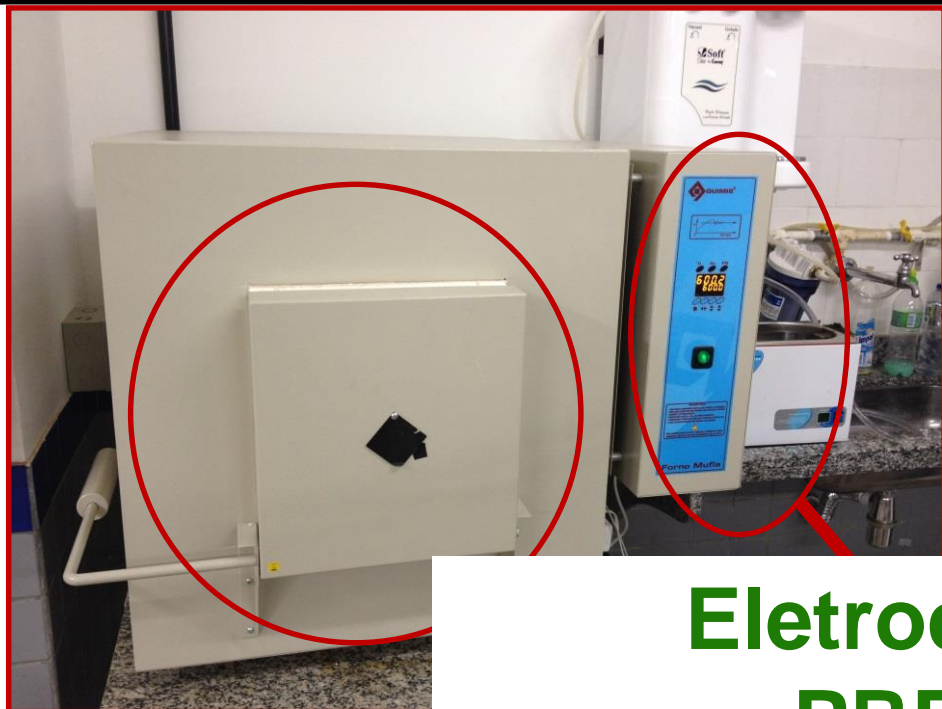
# Preparação e Caracterização de Células Solares Orgânicas



## Eletrodo – ANODO SEMI-PREPARADO



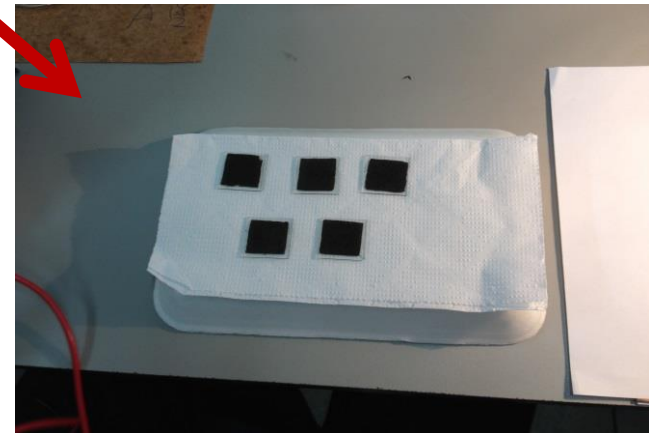
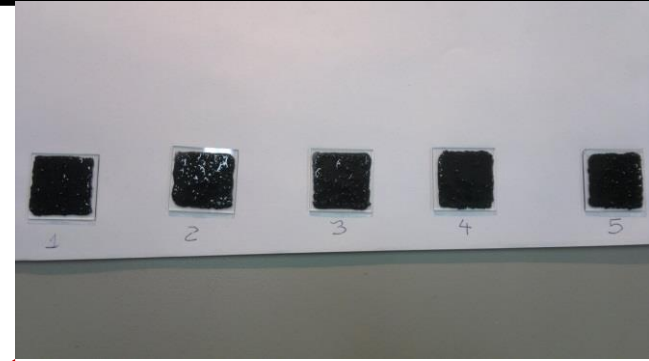
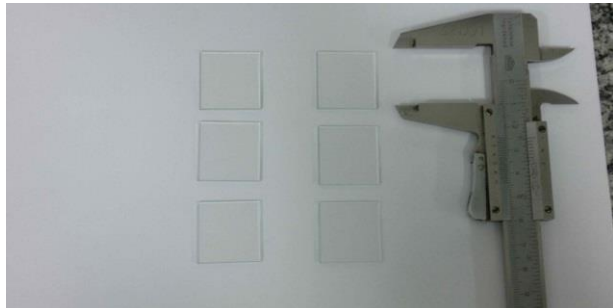
# Preparação e Caracterização de Células Solares Orgânicas



**Eletrodo – ANODO  
PREPARADO**



# Preparação e Caracterização de Células Solares Orgânicas

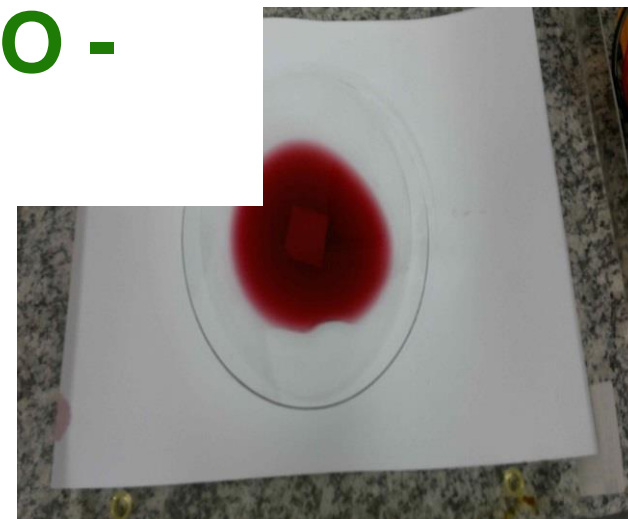


**Eletrodo – CATODO  
PREPARADO**

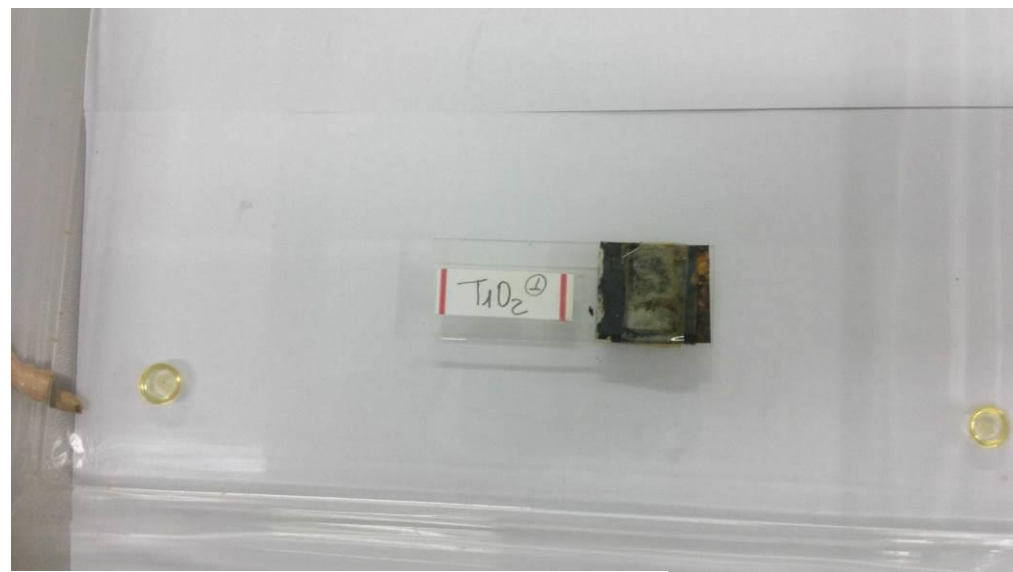
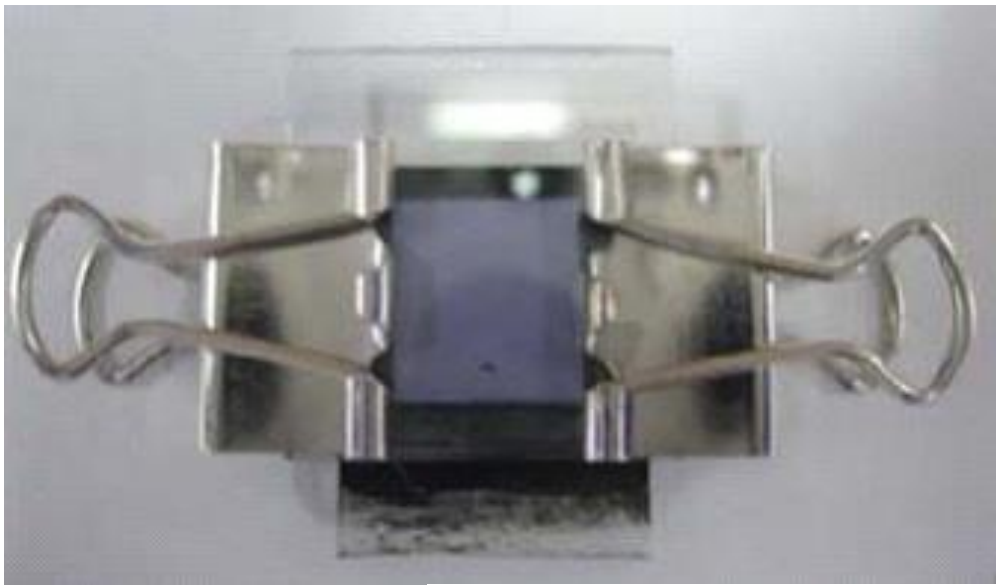
# Preparação e Caracterização de Células Solares Orgânicas



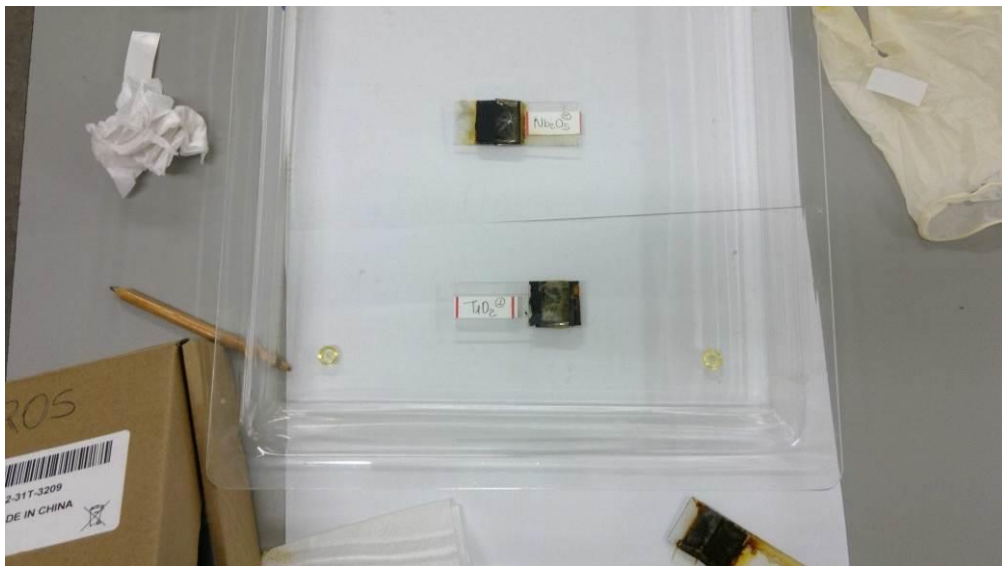
**CORANTE ORGÂNICO -  
PREPARADO**



# Preparação e Caracterização de Células Solares Orgânicas



**DSSC - PRONTA**







Profa. Ana Lucia F. de Barros (CEFET/RJ)

Prof. Antônio Guerra (IQ- UFRJ)

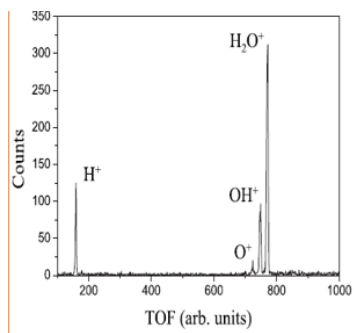
Profa. Cássia Turci (IQ-UFRJ)

## Espectrometria de Massa por Tempo de Vôo – TOF-MS

### Análise de Tempo de Vôo

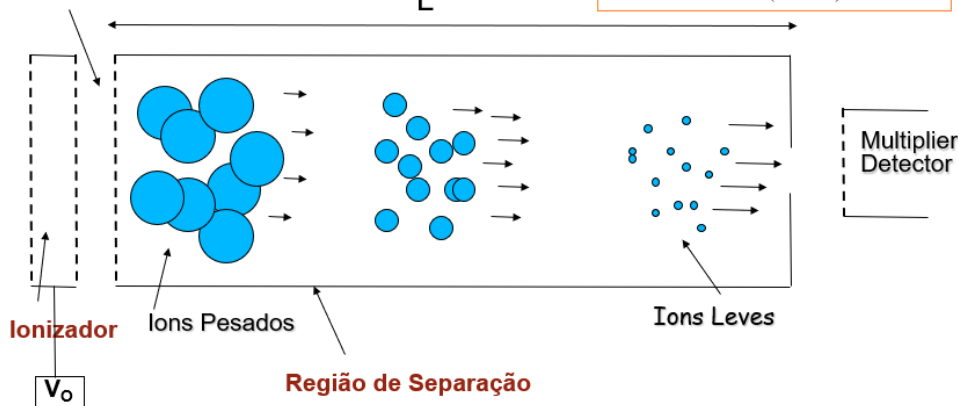
$$t_{\text{tof}} = L (m/q 2V_0)^{1/2}$$

$$E_0 = \frac{1}{2} m v^2$$



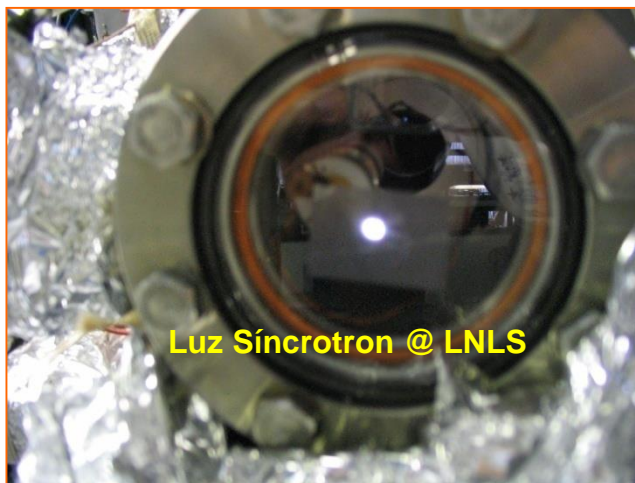
Região de Aceleração

L



- Diego Fernades (In. Científica CEFET- 2009)
- Caio Normando (In. Científica CEFET- 2014)
- Jesse Costa (2015)

## Motivação



### Fótons e Elétrons - Camada Interna

- ▣ **Estudar as estruturas geométrica e eletrônica das moléculas:**
  - ▣ Moléculas simples – CO, N<sub>2</sub>, PF<sub>3</sub>
- ▣ **Estudar a dinâmica de fragmentação em uma borda de excitação:**
  - ▣ Estado específico – pré-borda, borda e contínuo
- ▣ **Estudar a dinâmica de fragmentação em diferentes bordas de excitação:**
  - ▣ Sítio específico – borda k (C, N, O, F, etc.)
- ▣ **Comparar sistemas moleculares:**
  - ▣ Funcionalidade – ácidos carboxílicos, ésteres, cetonas
  - ▣ Comportamento eletrônico – anilina, nitrobenzeno, nitroanilina

LaFEA 2009





**Profa. Ana Lucia F. de Barros (CEFET/RJ)**

**Prof. Enio F. Frota (PUC-Rio)**

**Prof. Philippe Boduch (GANIL- França)**

**Dr. Hermann Rothard (GANIL- França)**

**Dr. Andrew Mattioda (NASA)**

**Dra. Alessandra Ricca (NASA)**

**Dr. Lou Allamandola(NASA)**

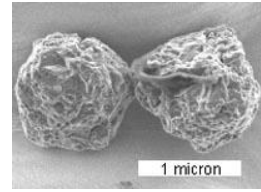
- **Jing Jei (doutorando Caen - 2013)**
- **Christian F. (pós- doutorando PUC- Caen- 2014)**
- **Katianne Alcantara (pós- doutorando PUC- 2014)**
- **Bruna Oliveira da Silva (IC- 2020)**
- **Naomi Notahara Toribio (IC- 2020-2022)**
- **Felipe Figueiredo Jandorno (IC – 2022- atual)**



# Gelos Astrofísicos



# Astrophysical ices



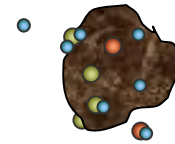
Orion-Nebula

NASA website

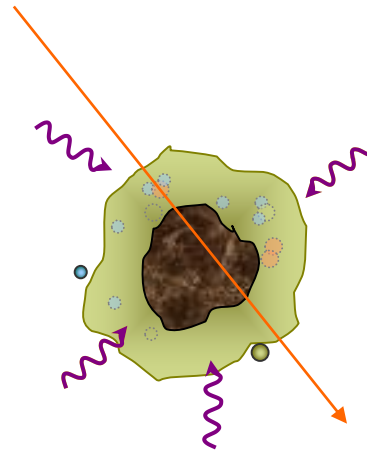
NASA website



Carina Nebula

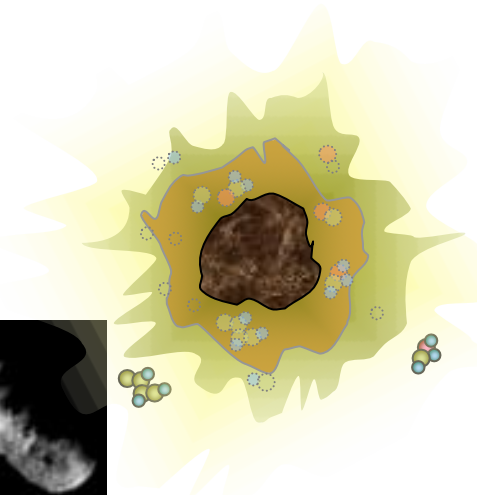


The grains are covered with an icy mantle formed from simple molecules ( $H_2O$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ , etc).

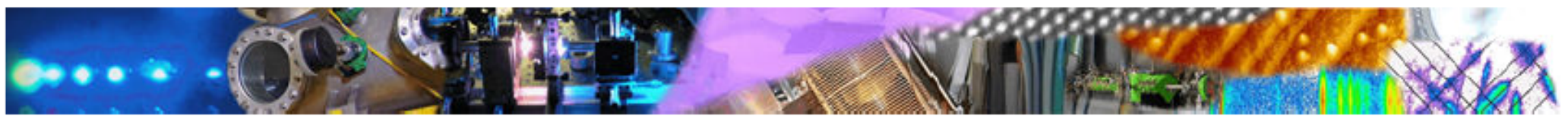


Energetic processes induced by:

- photons,
- electrons (high and low-energy),
- ions (cosmic rays, solar wind).



Irradiation induces chemical modification and desorption of species from the ice.

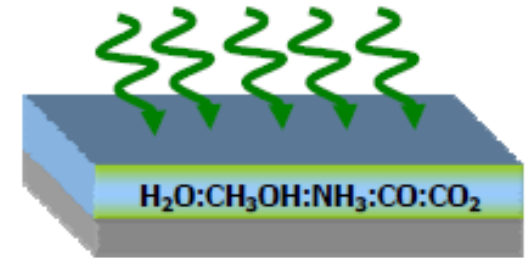


# Astrophysical ices: energetic processes - state of the art

## Projectiles:

- photons

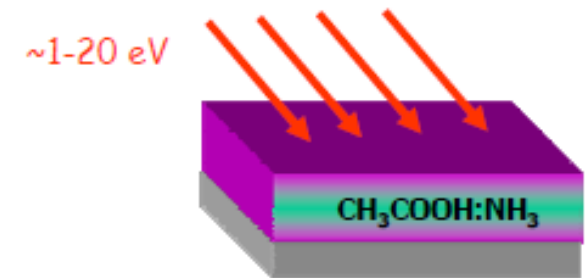
(e.g. new molecules, destruction/formation cross sections, photodesorption)



Muñoz Caro *et al.*, Nature **416** (2002) 403

- electrons (low and high energy range)

(e.g. new molecules)

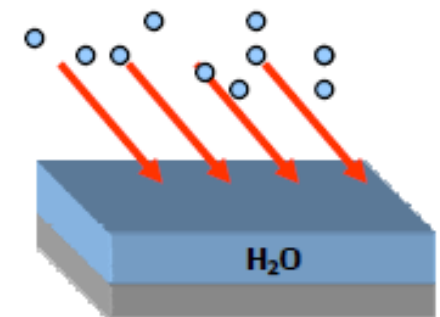


Lafosse *et al.*, PCCP **8** (2006) 5564

- ions

(mainly H, He, C, O ions in ~50 keV and ~1 MeV energy range)

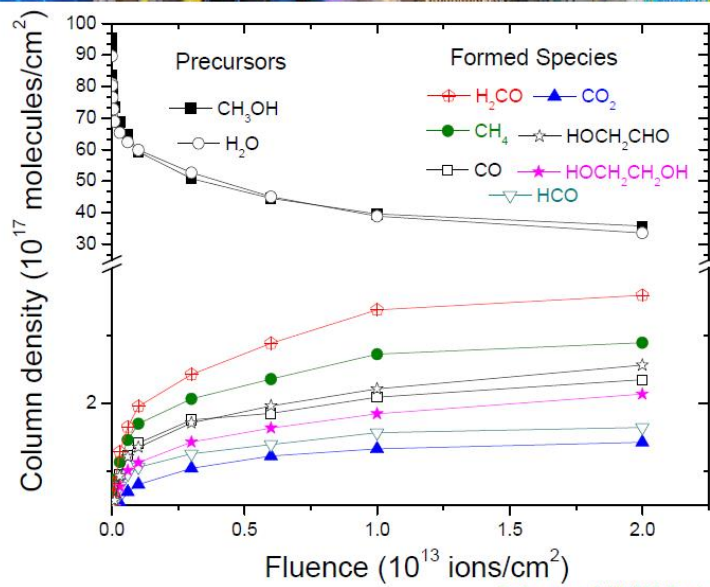
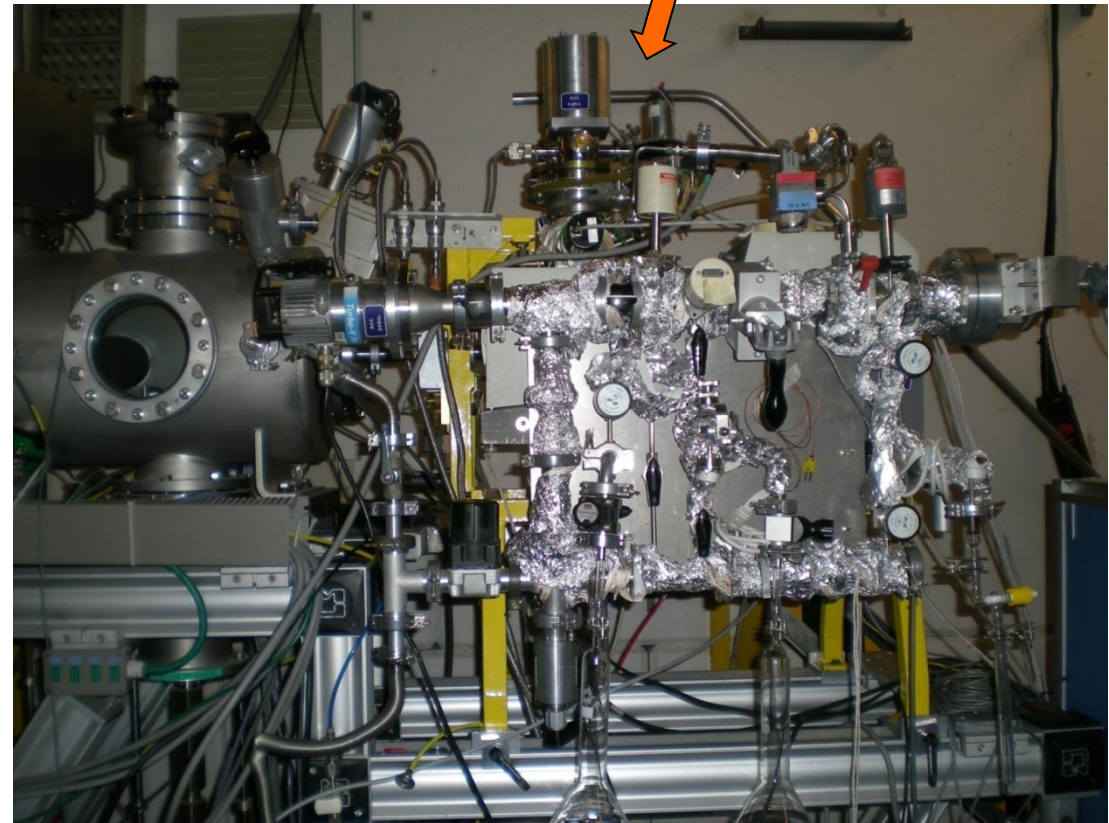
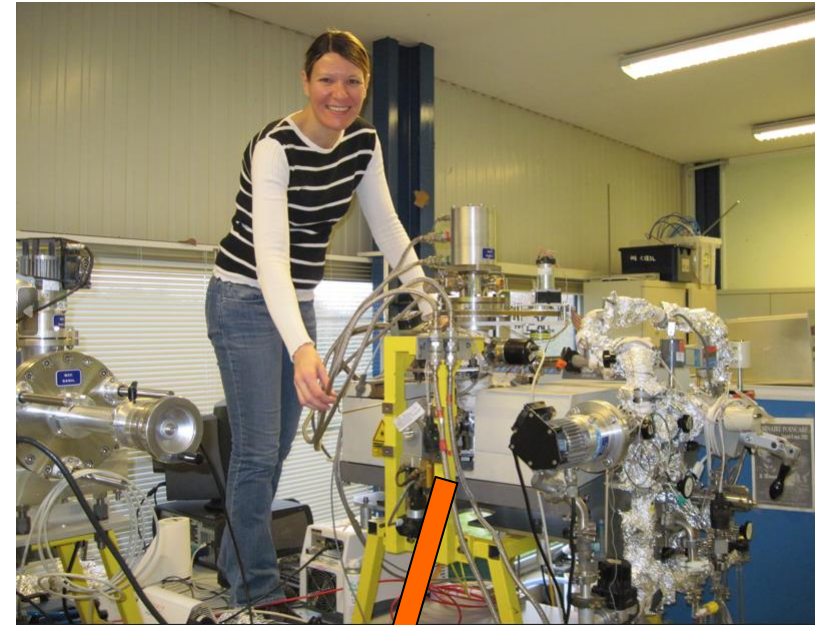
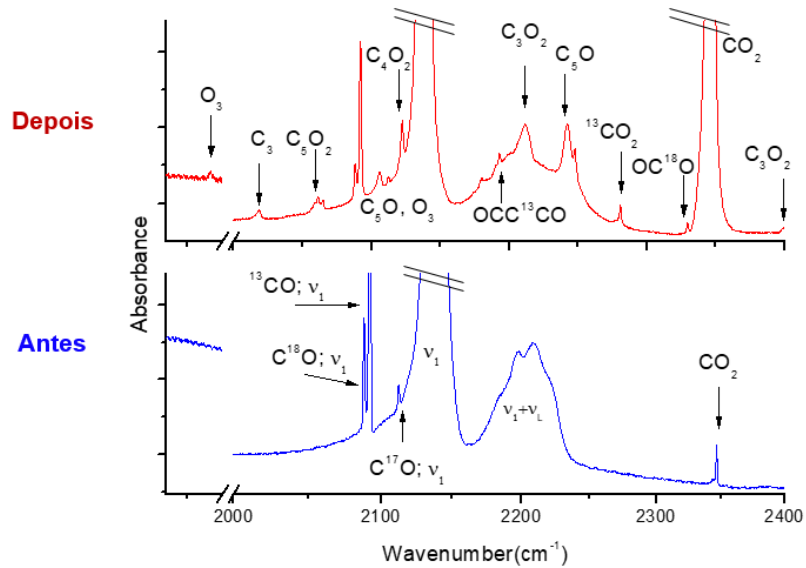
(e.g. new molecules, destruction/formation cross sections, sputtering)



Strazzulla & Baratta, Europhysics Letter **18** (1992) 517

**What about heavy ions?**

# Aparato Experimental



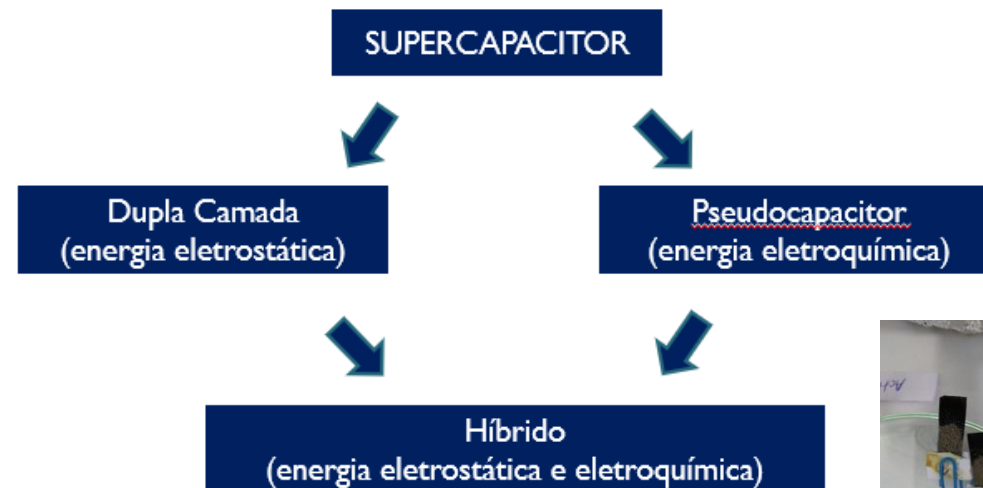


LaFEA 2017





- Leandro Samyn (ex aluno de doutorado -2021)
- Raphael dos Santos (Doutorado 2022-atual)
- Tarcísio da Silva Lessa (Doutorado- 2022)
- Matheus Pereira de Almeida (IC-2020)
- Thiago Mendes Barbosa (IC-2016)
- João Procopio Neto (IC-2021-2022)



Veículo Leve Sobre Trilhos - VLT



Preparo do eletrodo de fibra de carbono com deposição eletroquímica de PANI/CoHCF



Polianilina (PANI)

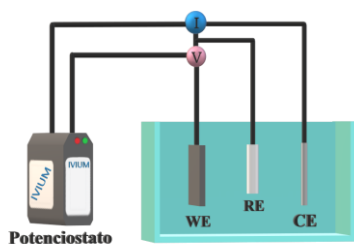


Hexacianoferrato de cobalto (CoHCF)



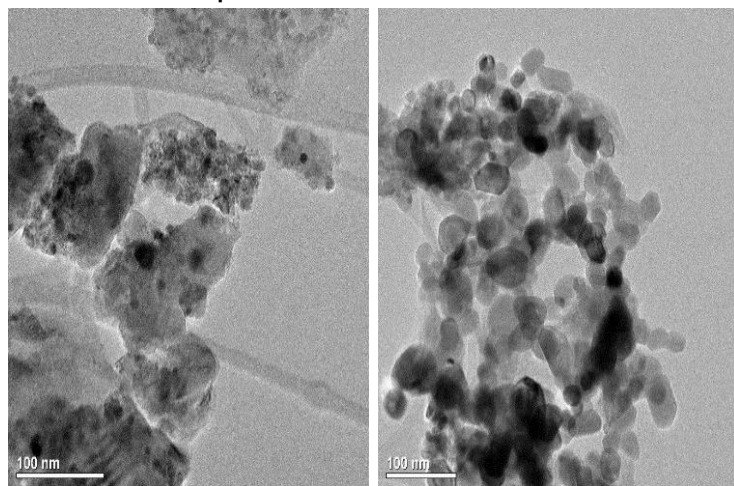


- Desenvolvimento e caracterização de novos materiais;
- Aplicações reais, dos supercapacitores e biossensores.



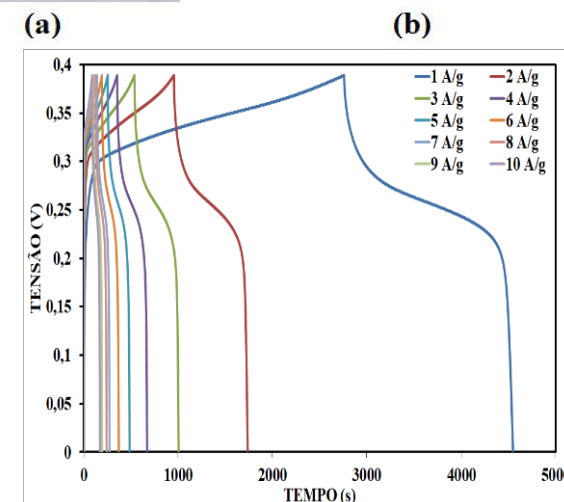
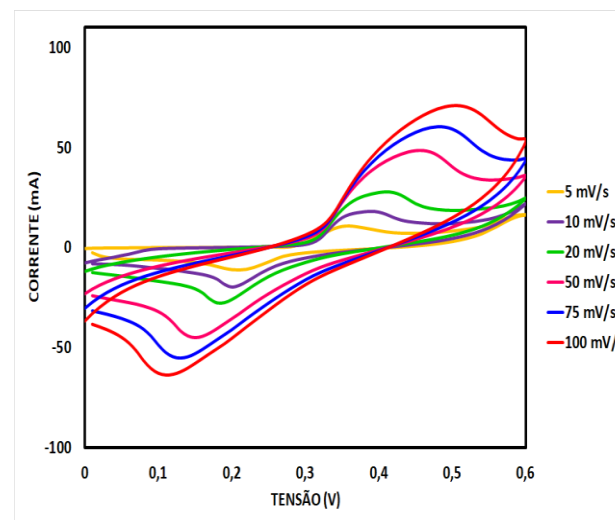
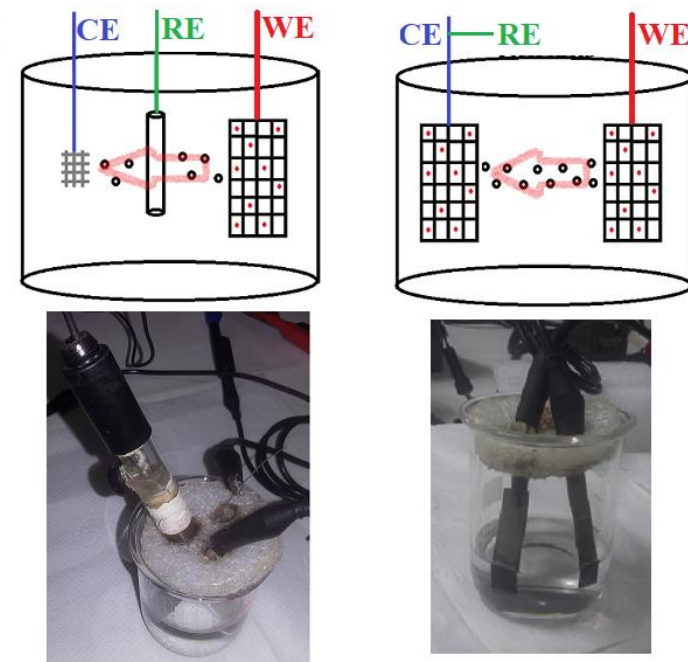
## Técnicas Físicas

- Microscopia Eletrônica de Varredura por Emissão de Campo – FESEM



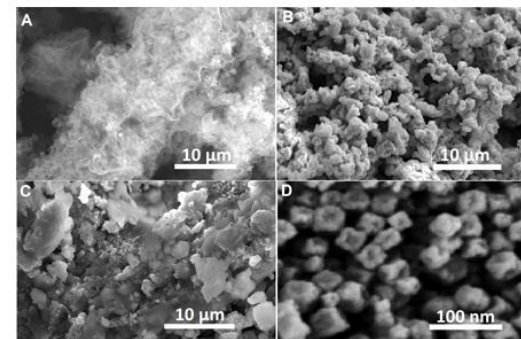
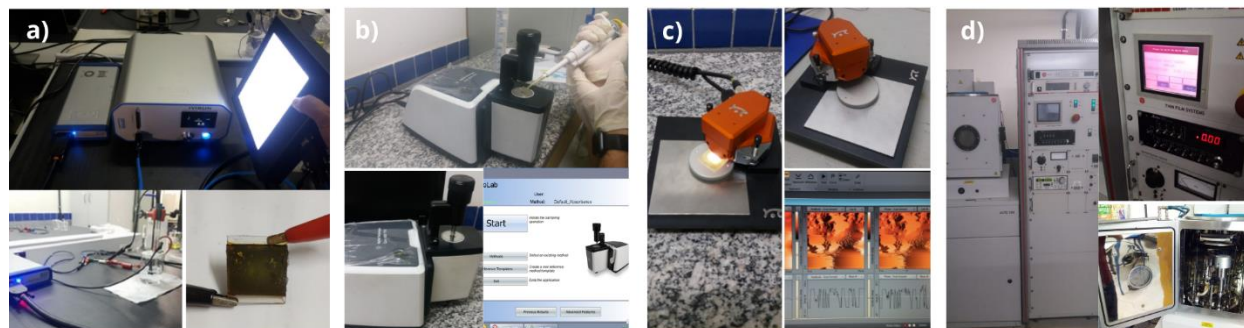
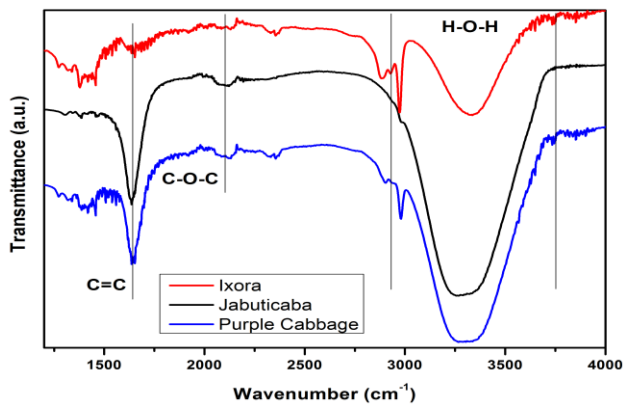
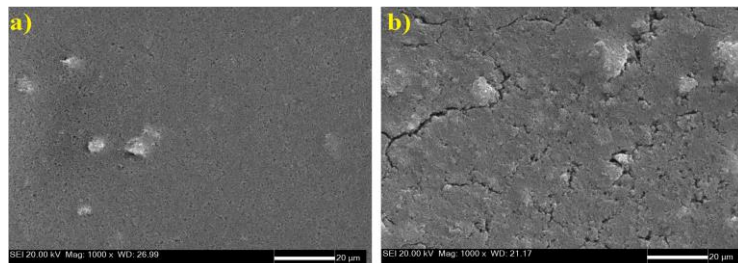
## Técnicas Eletroquímicas

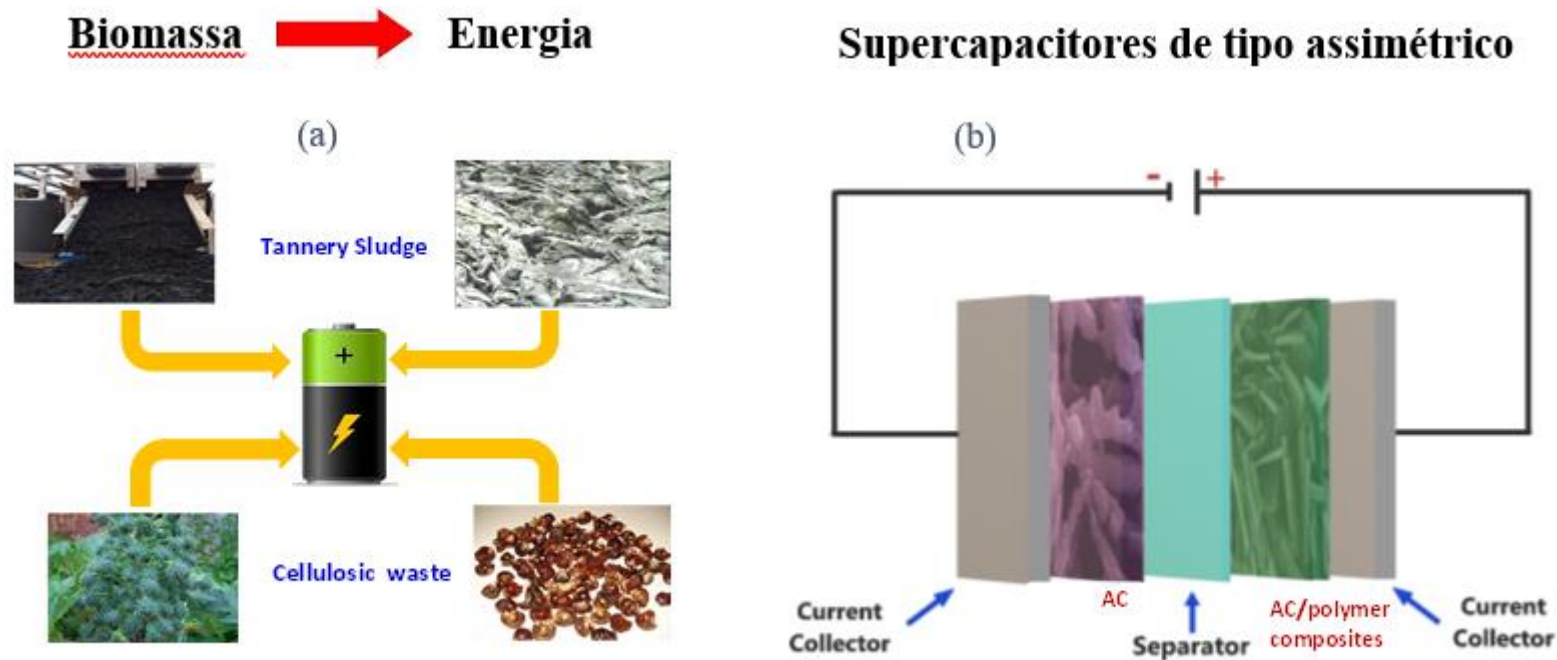
- Voltametria Cíclica
- Cronopotenciometria
- Espectroscopia de Impedância



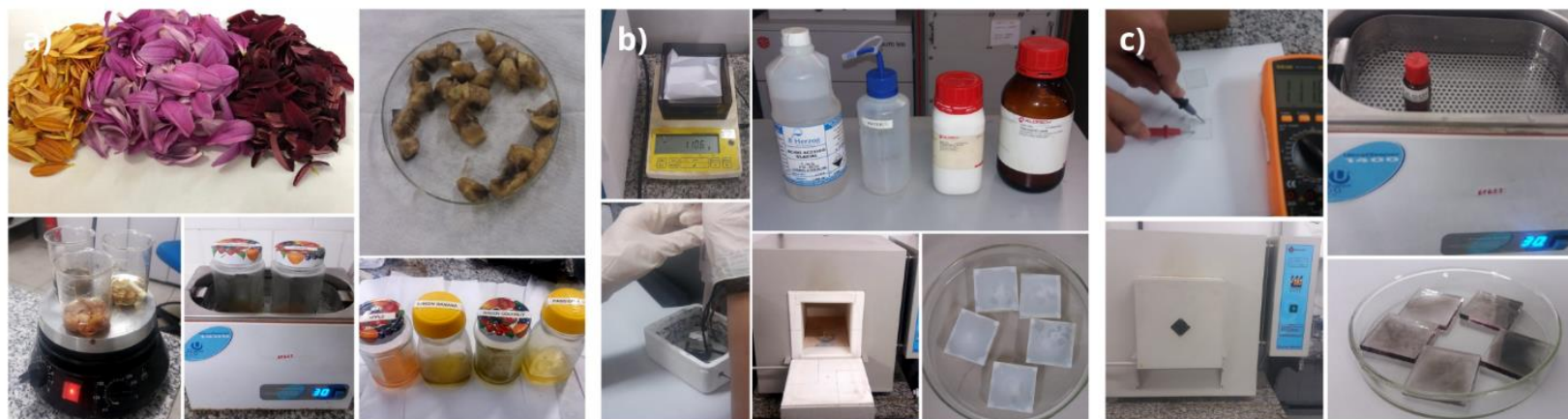


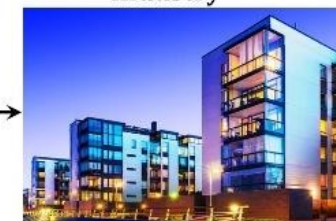
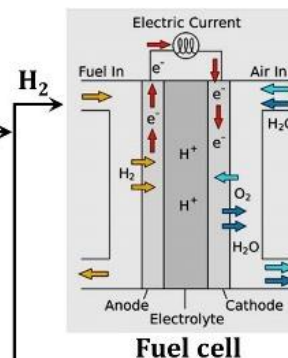
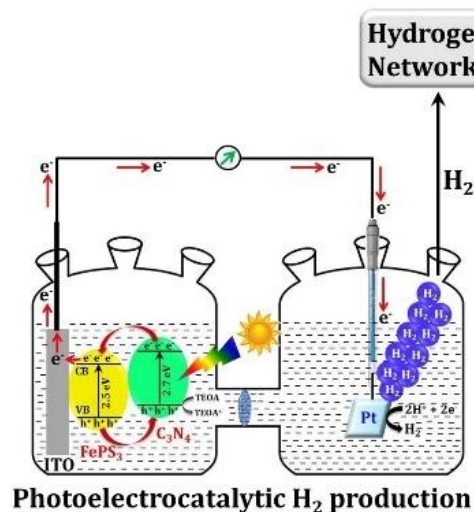
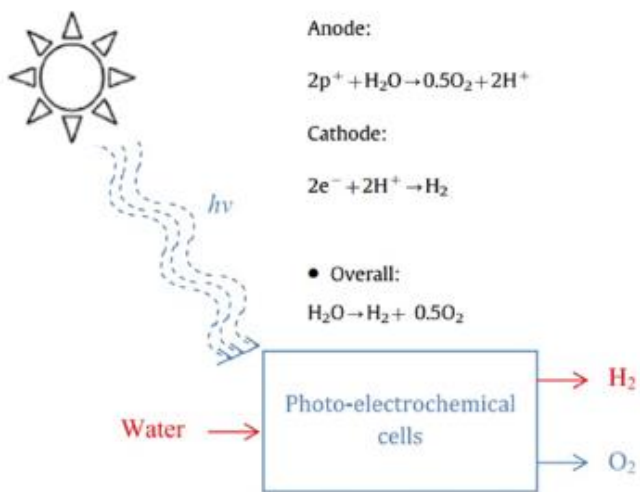
➤ **Caracterizações realizadas no LaFEA**



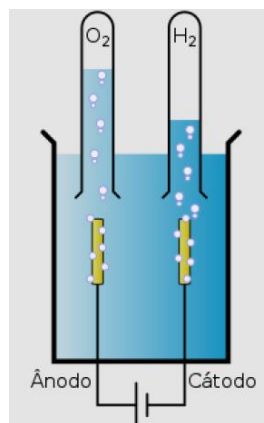


**Fig.1** (a) Processo de transformação de biomassa em energia; (b) Construção do supercapacitores assimétricos, com biomassa.





- Bruna Gomes Antunes (IC- Elétrica - 2022)
- Thomaz de O. Barros (IC- Física – 2022)
- Jose Antonio F. de C. R. Rodrigues (doutorado- 2021)
- Suresh Babu ( Pós doutorando FAPERJ)



## Eletrólise da água

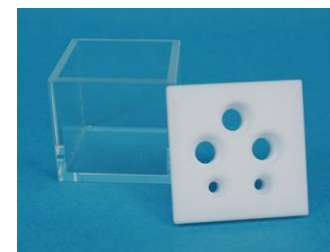
- Pode ser oxidada ou reduzida, de acordo com a tecnologia envolvida:

Table 2.1 - Various ways of writing the two water redox couples

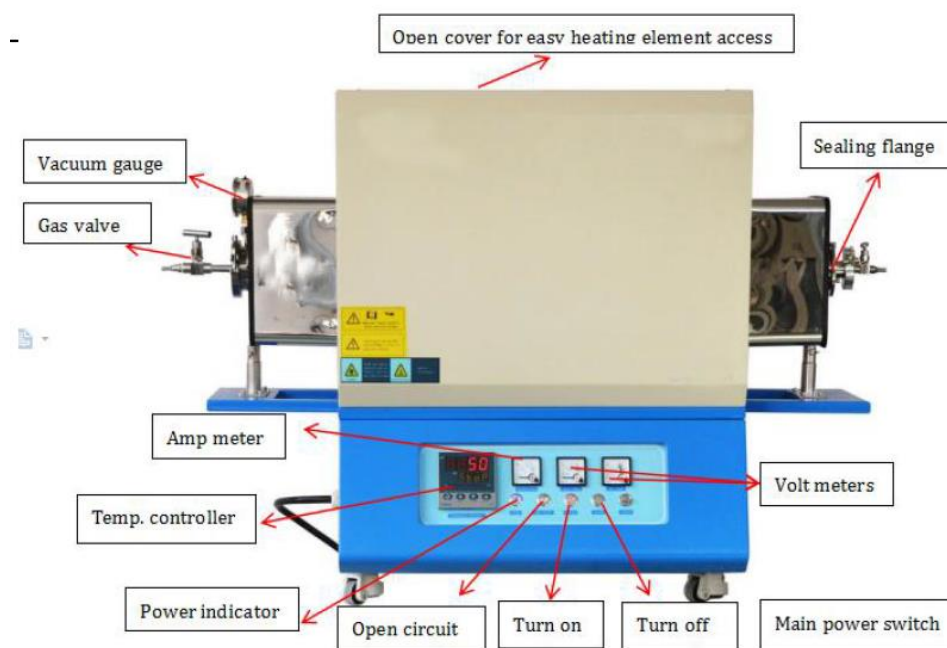
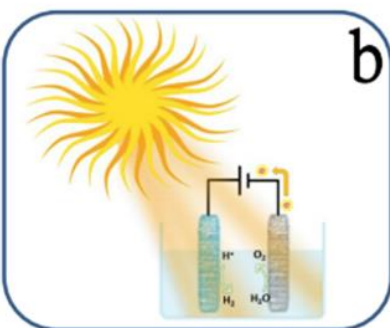
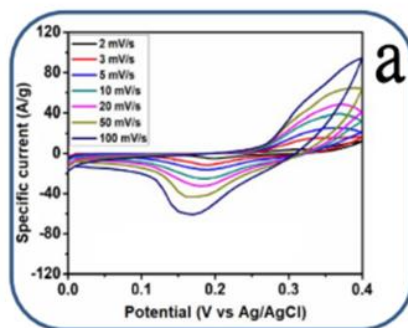
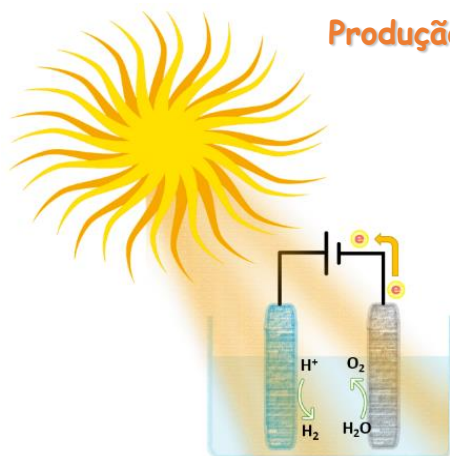
Medium	O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O couple	H <sub>2</sub> O/H <sub>2</sub> couple
Acidic	$2 H_2O \rightleftharpoons O_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	$2 H^+ + 2 e^- \rightleftharpoons H_2$
Basic	$4 OH^- \rightleftharpoons O_2 + 2 H_2O + 4 e^-$	$2 H_2O + 2 e^- \rightleftharpoons 2 OH^- + H_2$



- Bruna Gomes Antunes (IC- Elétrica - 2022)
- Thomaz De Oliveira Barros (IC- Física – 2022)
- Jose Antonio F. de C. R. Rodrigues (doutorado- 2021)
- Suresh Babu ( Pós doutorando FAPERJ)



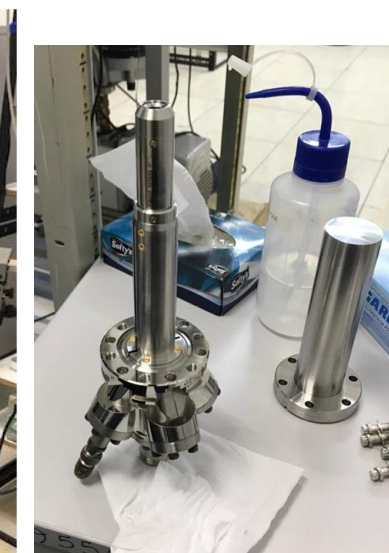
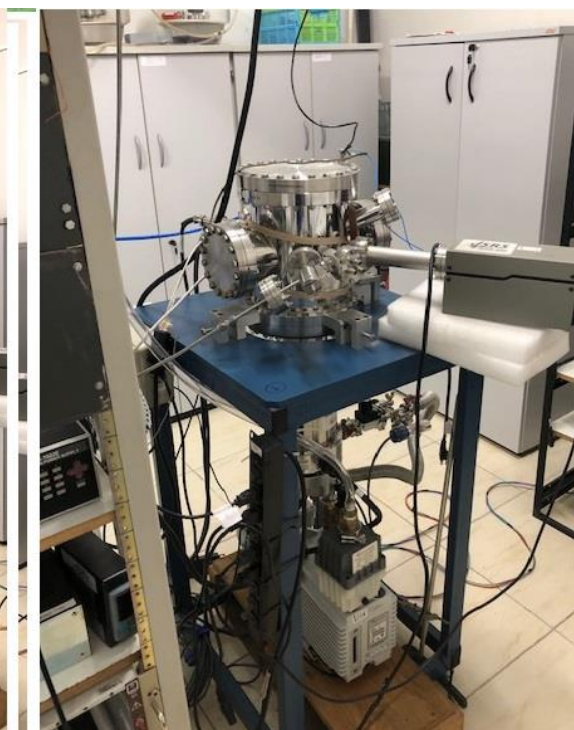
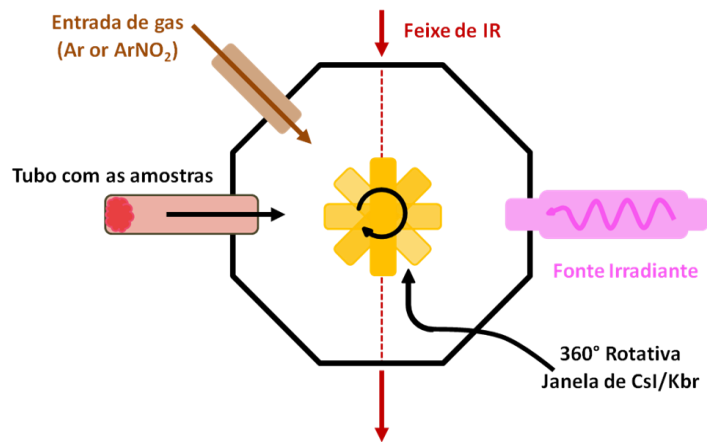
## Produção de Hidrogênio Verde











# Agradecimentos

I Simpósio em Teoria e Técnicas de Eletrônica  
Prof. Marco Aurelio Pinhel Peixoto

