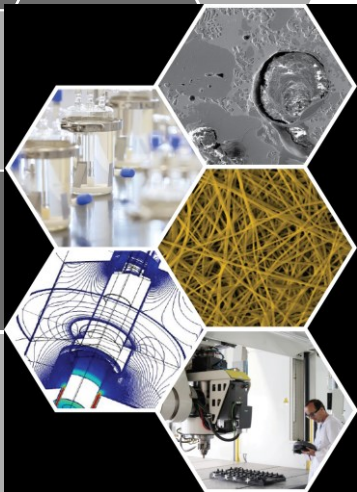


# Workshop Unidade EMBRAPPI-IPT

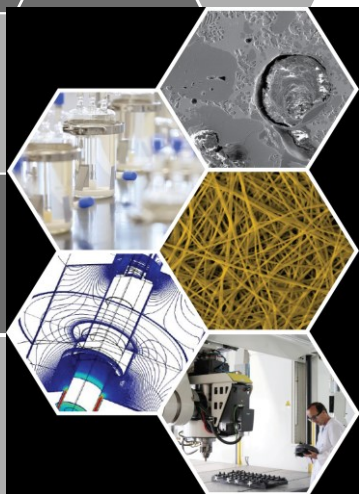
## Tecnologias de materiais e oportunidades para inovação tecnológica



# Ligas Metálicas e Materiais Resistentes ao Desgaste

Mário Boccalini Jr.

Centro de Tecnologia em Metalurgia e Materiais – CTMM

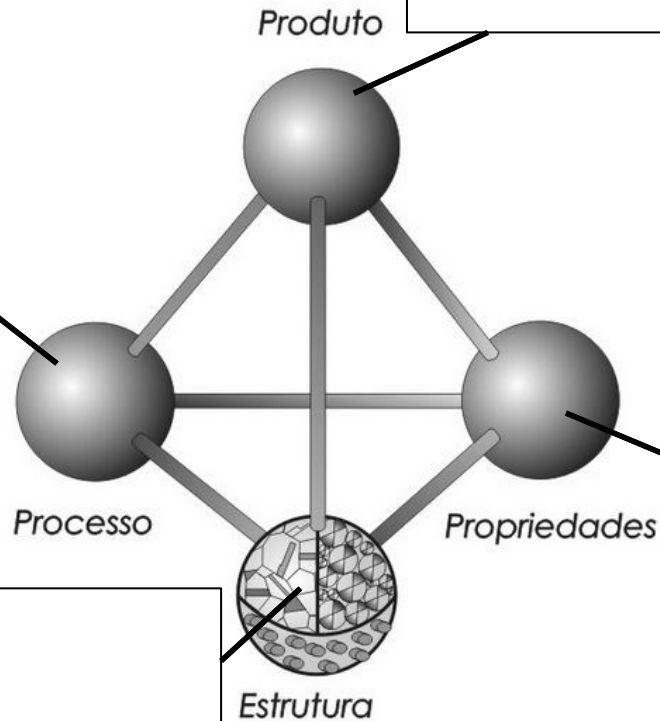


## SUMÁRIO

1. Com o que trabalhamos: o clássico tetraedro
2. Como trabalhamos
  - Silício Grau Solar
  - Cilindro de Laminação
  - Simulação computacional

- Pirometalurgia
- Fundição e solidificação
- Tratamento de minérios
- Conformação mecânica
- Metalurgia do pó

- Cilindros de laminação
- Corpos moedores
- Componentes automotivos
- Metais estratégicos: SiGS  
Neodímio

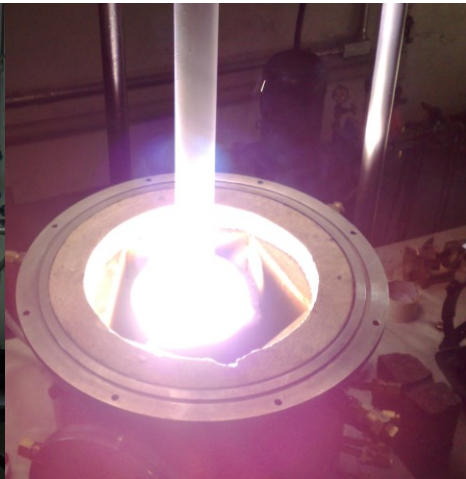
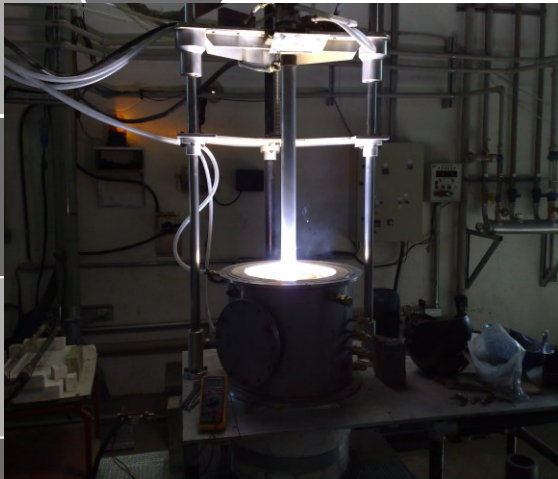


- Tribológicas (EPUSP)
- Mecânicas
- **Corrosão**

- Fe-C-X  
X = Si  $\Rightarrow$  ferros fundidos  
X = Cr, Ni  $\Rightarrow$  aços inoxidáveis  
X = Cr, V, Mo, W, Mn  $\Rightarrow$  ligas resistentes a desgaste

- Silício

## Refino Pirometalúrgico de Silício para Célula Fotovoltaica



Teor inicial

Impureza (ppm)



Impureza Controlada

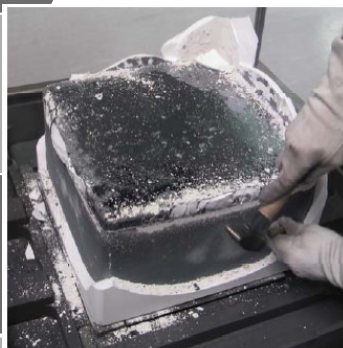
## Refino Pirometalúrgico de Silício para Célula Fotovoltáica



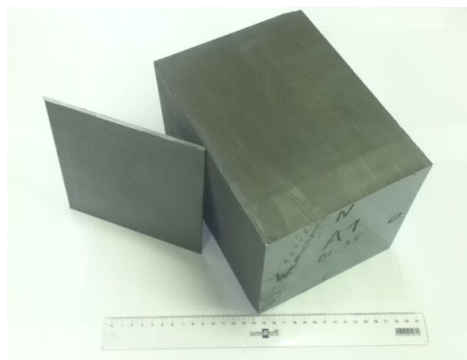
Si refinado (20 kg)



Forno de cristalização direcional



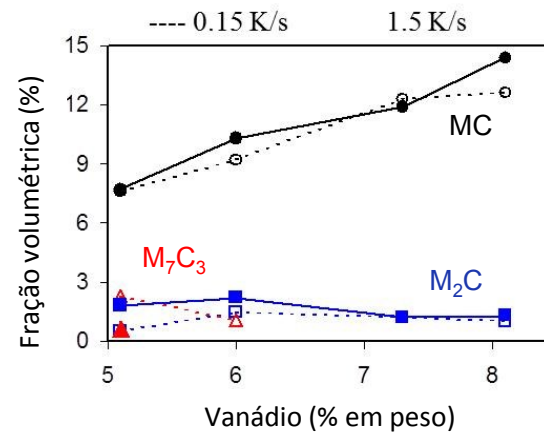
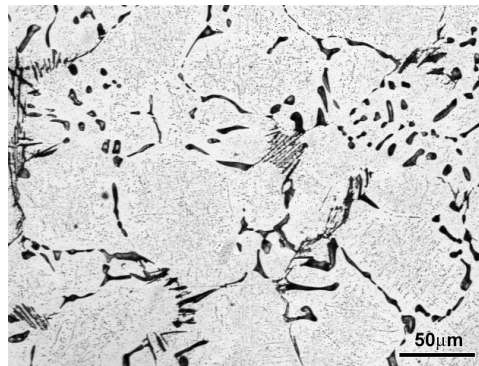
Si multicristalino



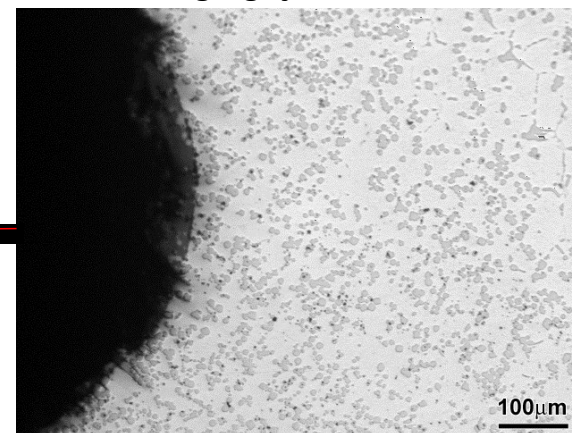
Grãos colunares

## Ligas fundidas para cilindros de laminação a quente

Fe-5Cr-5V-2Mo-2W-2C



Segregação de MC



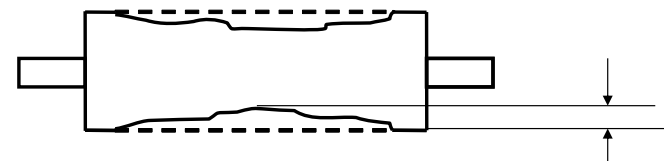
$$\rho_{MC} = 5700 \text{ kg/m}^3 \quad \times \quad \rho_L = 7918 \text{ kg/m}^3$$

### Fundição centrífuga

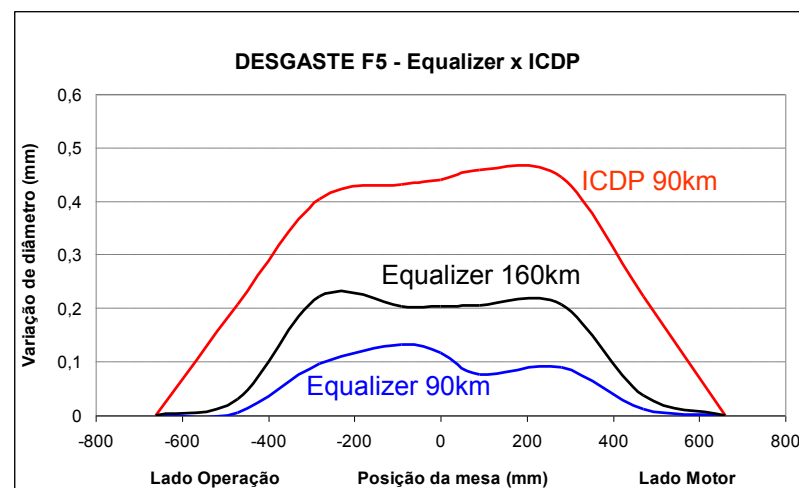


## Ligas fundidas para cilindros de laminação a quente

### Trem de laminação a quente



### Desgaste de cilindro-Characterização

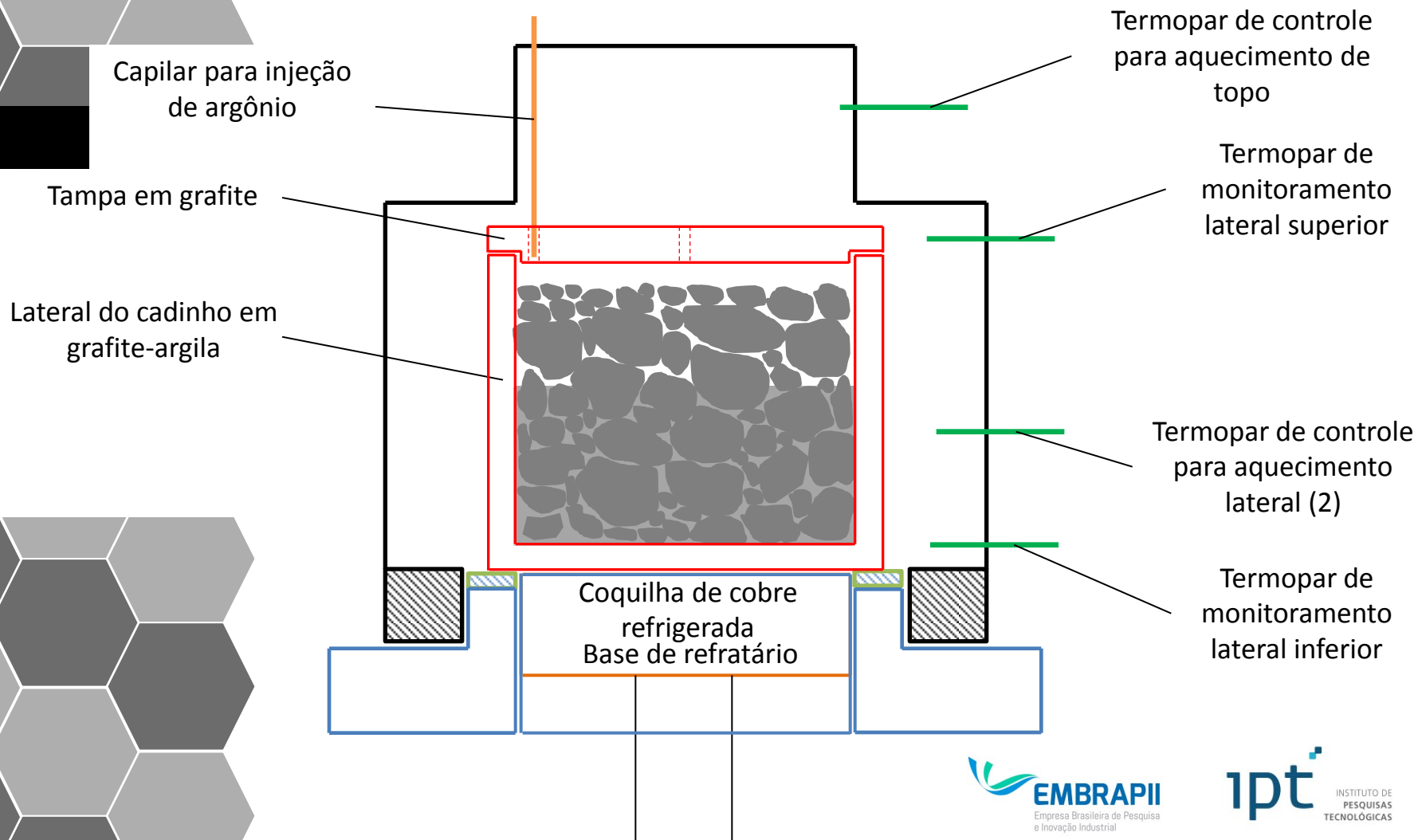


ICDP: liga tradicional

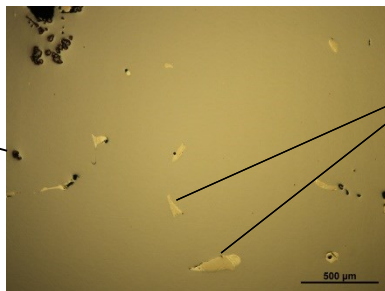
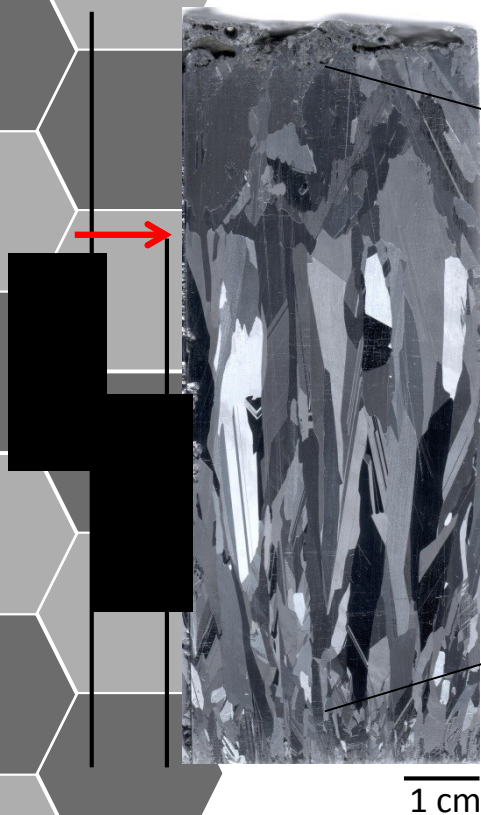
Equalizer: liga desenvolvida



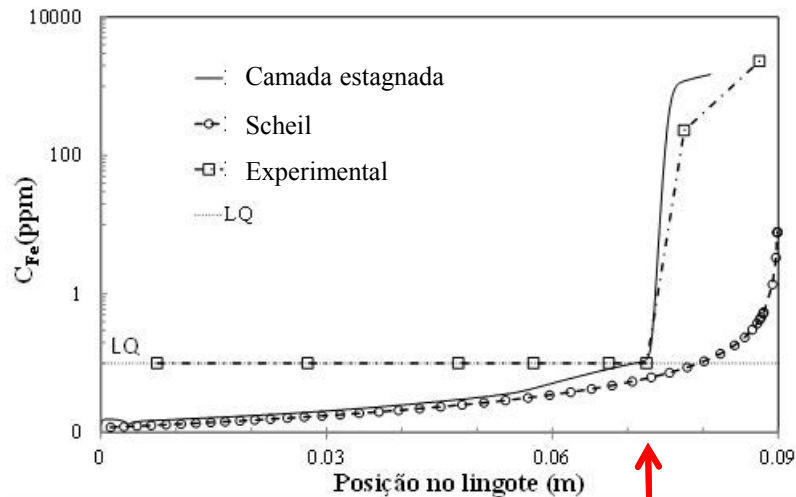
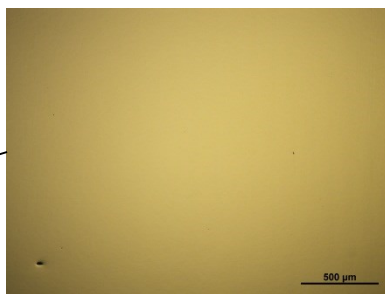
## Simulação Computacional Solidificação Controlada de Silício



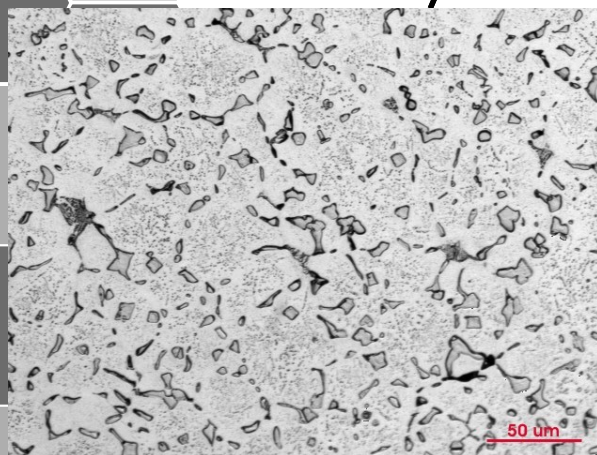
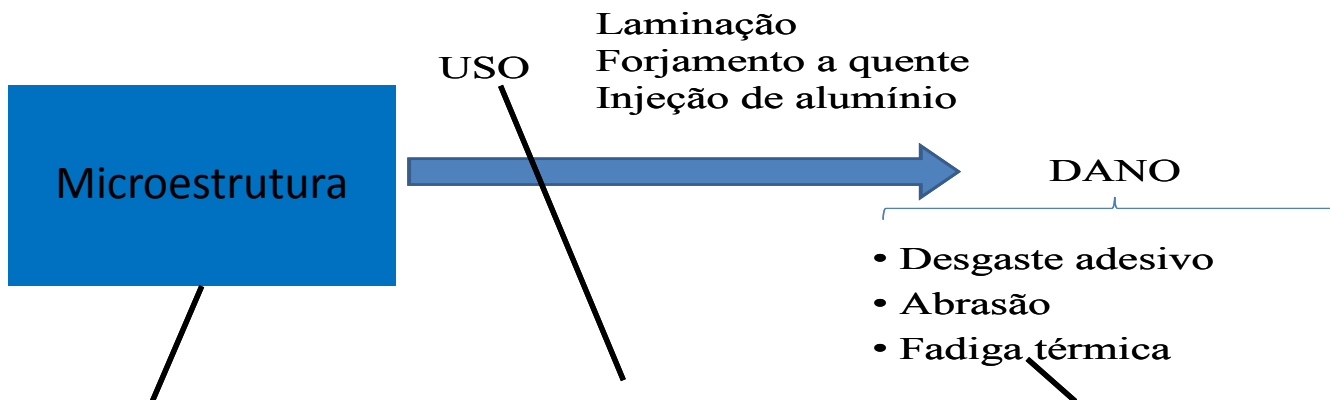
## Simulação Computacional Solidificação Controlada de Silício



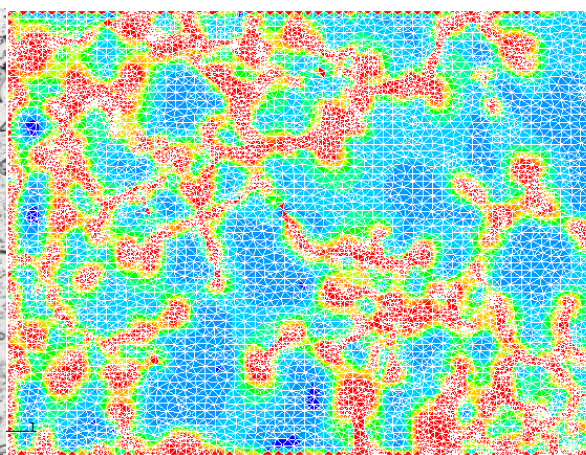
intermetálico rico em Fe



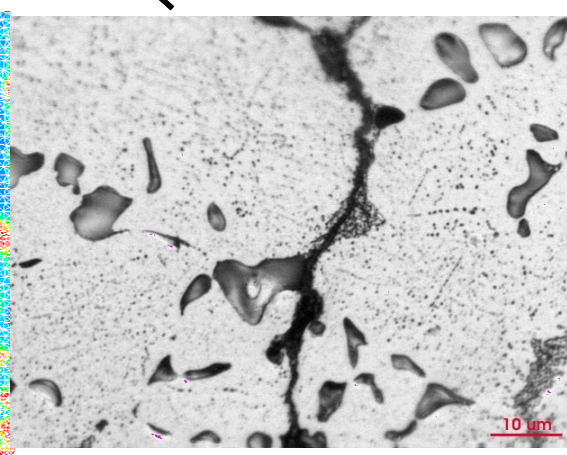
# Simulação Computacional Danos em Ferramentas de Conformação a Quente



Experimental



Distribuição de tensões  
(simulação numérica)

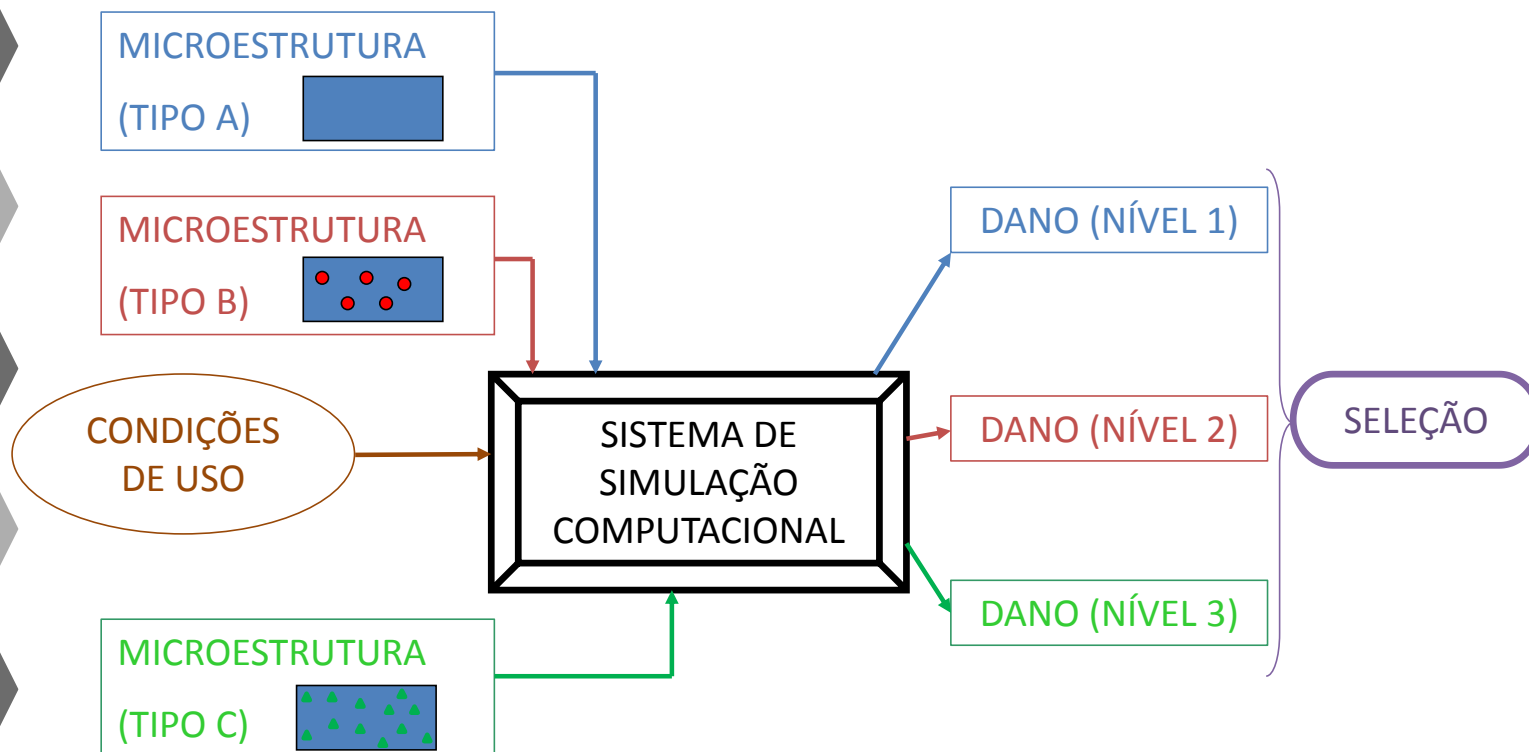


Experimental

# Simulação Computacional

## Danos em Ferramentas de Conformação a Quente

### Definição do projeto de liga por meio de simulação

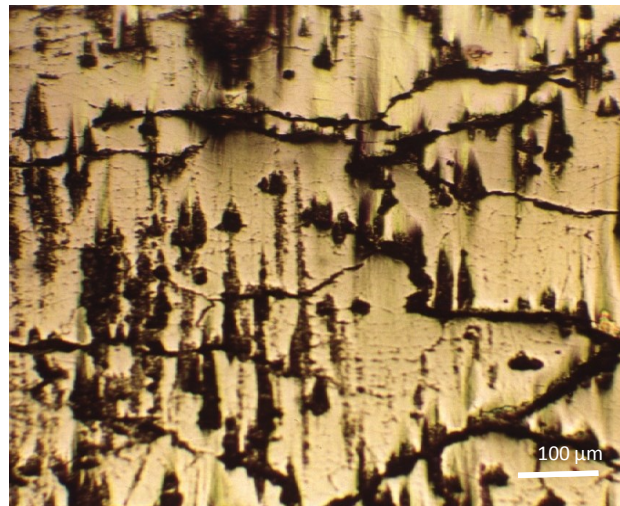


# Danos em Ferramentas de Conformação a Quente

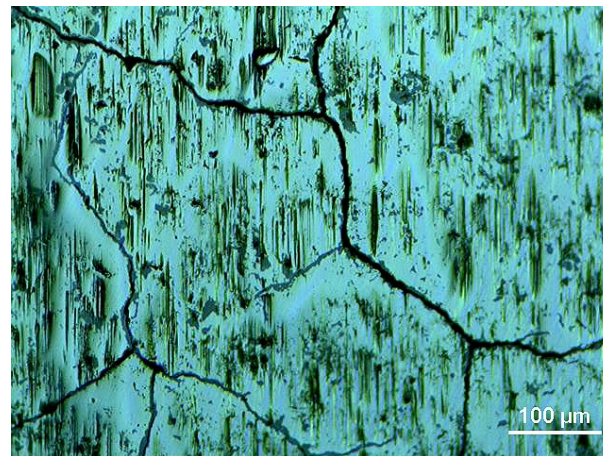
## Validação Experimental



Cilindro industrial



Cilindro piloto

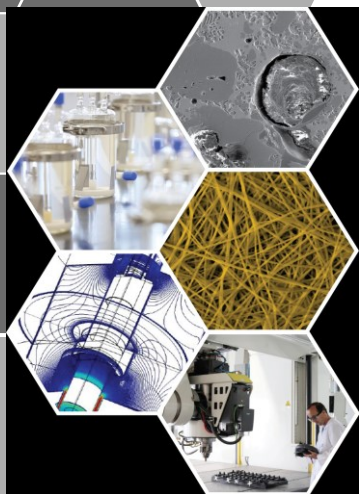


OBRIGADO

*Mário Boccalini Junior*

[mbj@ipt.br](mailto:mbj@ipt.br)

[www.ipt.br/centros\\_tecnologicos/CTMM](http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTMM)

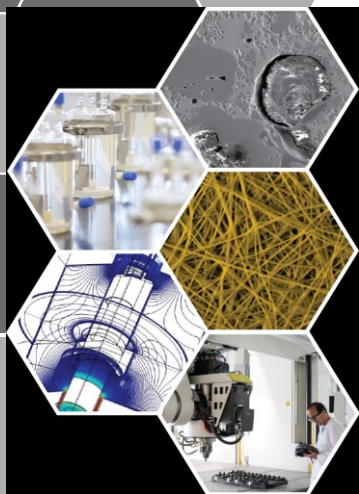


## Materiais resistentes à corrosão

Neusvaldo Lira de Almeida

Centro de Tecnologia em Metalurgia e Materiais – CTMM

# Laboratório de Corrosão e Proteção





Dr. Mário Boccalini

## Centro de Tecnologia em Metalurgia e Materiais CTMM

Laboratório de Corrosão e  
Proteção LCP

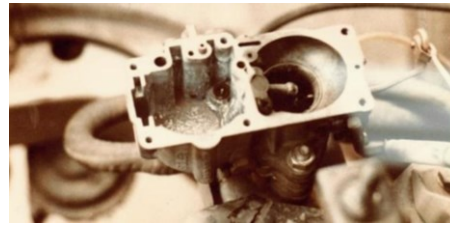
Laboratório de Processos  
Metalúrgicos LPM

***Equipe Técnica (35)***  
Doutores; Mestres; Graduados;  
Técnicos NM e  
Administrativo/apoio

Dr. João Batista



**Fundação do LC**  
Análise de falhas e ensaios



**Programa Pró-álcool**  
Atuação junto às montadoras, governo federal e usinas  
Introdução do carburador com níquel químico



**Atuação forte no setor de óleo e gás e biocombustíveis.**  
*Reinauguração: 2009*

Década Petrobras: 5 projetos no IPT (2001 a 2004) e 59 projetos na FIPT (2004 e 2013)

1963

1970

1980

1990

2000

2010

Hoje...

**Projetos P & D**

IPT inicia estudos de corrosão atmosférica no Brasil



Reposicionamento do Laboratório:  
**Laboratório de Corrosão e Proteção**

Benchmarking internacional (visita 12 instituições em 6 países)

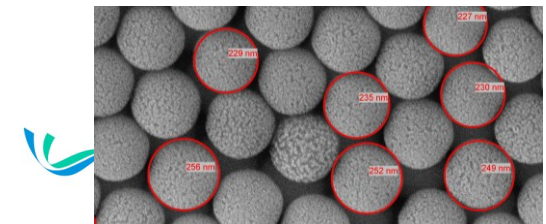
Grandes projetos com empresas estatais participação no CYTED.

Lancamento de 4 livros



**Inserção internacional e foco em inovação (materiais nanoestruturados e novos materiais)**

Projetos Nanomar, TBE e programa Embrapii



# Principais linhas de pesquisa



## Corrosão interna

O Laboratório de Corrosão Interna de Dutos – LACID é referência mundial em ensaios para avaliar a corrosividade de petróleo e derivados.



## Corrosão externa e proteção catódica

Em parceria com o Cempes, desenvolve estudos inovadores sobre corrosão por corrente alternada.



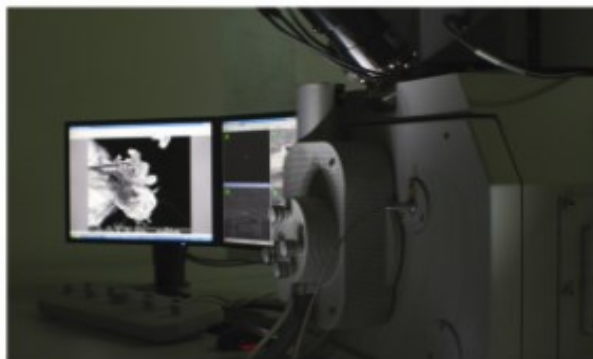
## Ensaio dinâmico de corrosão

Possui Loops de corrosão e Loop multifásico, para ensaios dinâmicos relacionados à corrosão interna e corrosão em alta temperatura e alta pressão.



## Biocombustíveis

Desenvolve estudos de novas tecnologias para viabilizar o transporte e a exportação do etanol e biodiesel.



## Caracterização microestrutural de materiais metálicos e revestimentos nanoestruturados

Possui modernos equipamentos para preparação metalográfica e para análises de superfície incluindo microscópio de foco infinito, microscópio confocal, microscópio de força atômica, FEG, microscopia Raman.



## Corrosão em frestas e ensaios de imersão

Possui infraestrutura para realização de ensaios em meios ácidos e estudos de corrosão em frestas.



## Revestimentos

Desenvolve equipamentos e metodologias para realização de ensaios não-convencionais que reproduzem condições operacionais adversas, como as resultantes de movimentação de líquido



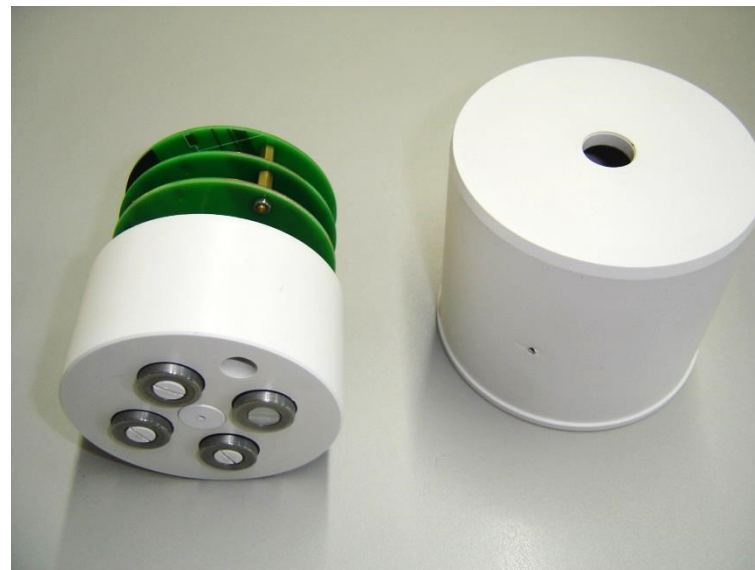
### Corrosão interna de externa de Dutos e Tanques:

- Inibidores de corrosão e proteção catódica
- Monitoramento da corrosão

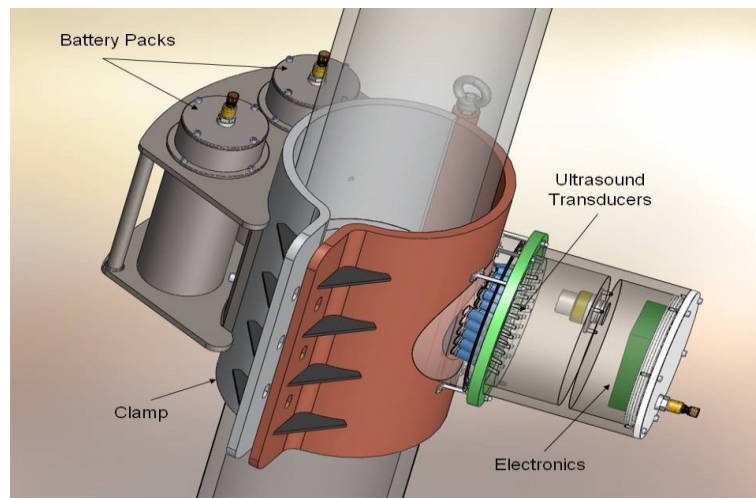
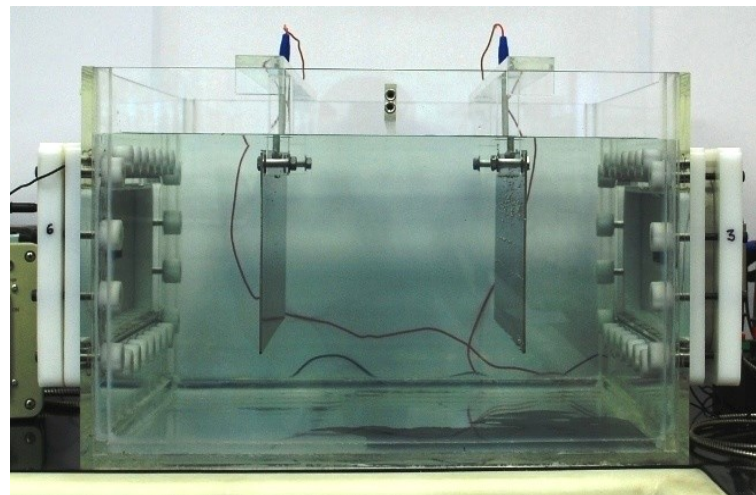


# Corrosão por corrente alternada

Sonda CA IR-free



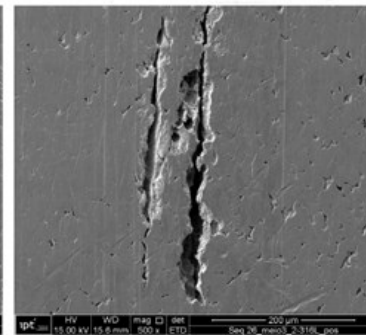
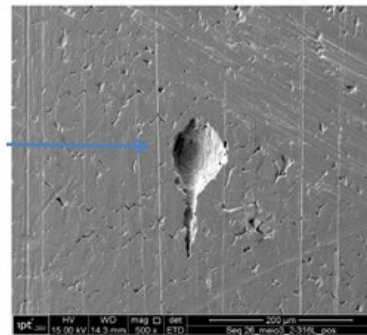
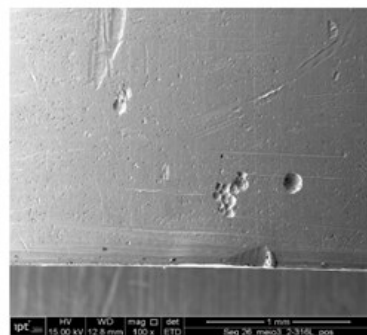
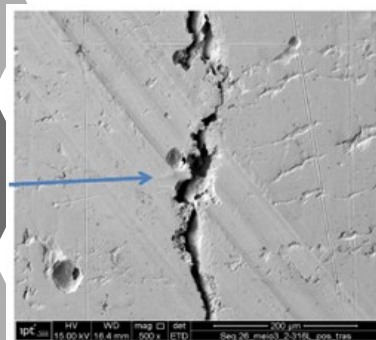
# Monitoramento da corrosão





### Ligas de alta resistência à corrosão:

- Para aplicações em condições típicas do pré-sal (HP-HT)
- Para resistência à corrosão associada a esforços mecânicos - CST, Fadiga-corrosão





*Possui infraestrutura para desenvolver estudos sobre corrosividade de biocombustíveis.*

### **Corrosão por biocombustíveis:**

- Desempenho de materiais e revestimentos metálicos e orgânicos
- Ensaios dinâmicos – Loop de corrosão







# Testing Coatings for Oil Separator Tanks at an Offshore Platform

NEIVALDO LIRA DE ALMEIDA AND ADRIANO GARCIA BERNAL,  
*Institute for Technological Research of São Paulo State, São Paulo, Brazil*  
 VICTOR SOLYMOFF AND FLAVIO AUGUSTO S. SIERRA,  
*Petrobras, Rio de Janeiro, Brazil*

**F**loating production, storage, and off-loading (FPSO) oil separator (sealing) tanks are not rigid structures. Small plates are flexible and subjected to cyclical loads from waves and cargo loading and off-loading. This situation presents a very corrosive environment (high temperature, presence of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and high salinity of produced water). Coatings on these tanks must be able to stand up to 80% of the steel yield point. Consequently, coatings must have sufficient flexibility and fatigue resistance in addition to good corrosion resistance.

Traditionally, qualification of coatings for offshore structures in Brazil is based on NACE TM0104, TM0404, and ISO 20340. These standards have protocols for physical/mechanical tests and corrosion tests, but no protocol to use both corrosion and mechanical properties simultaneously. Therefore, a new test procedure based on a cyclic stress condition in a corrosive environment was developed.

**Test Protocol Concept**



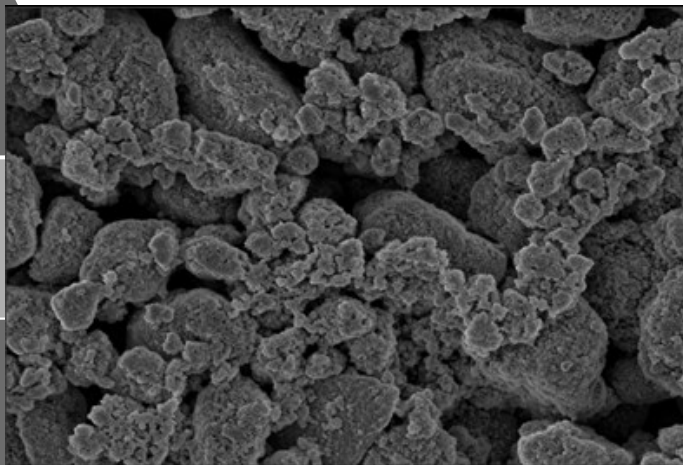
## Revestimentos para proteção contra a corrosão



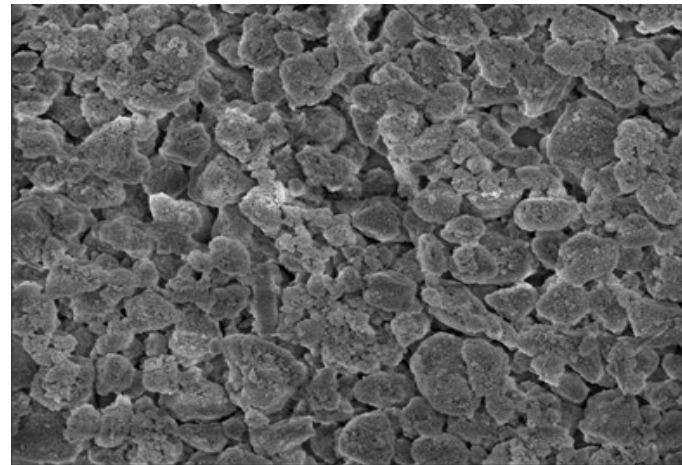
Tintas self-cleaning

Resistência ao impacto



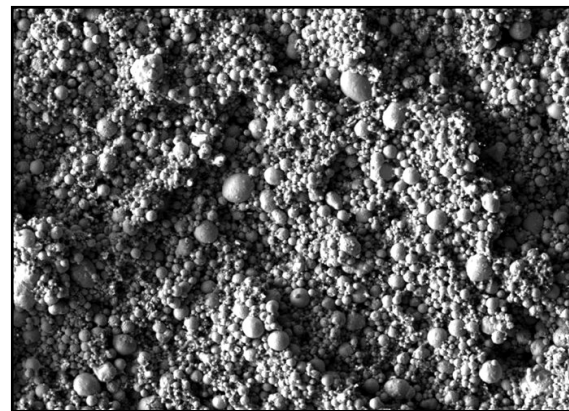


MIC - Nanopartícula carregada com biocida



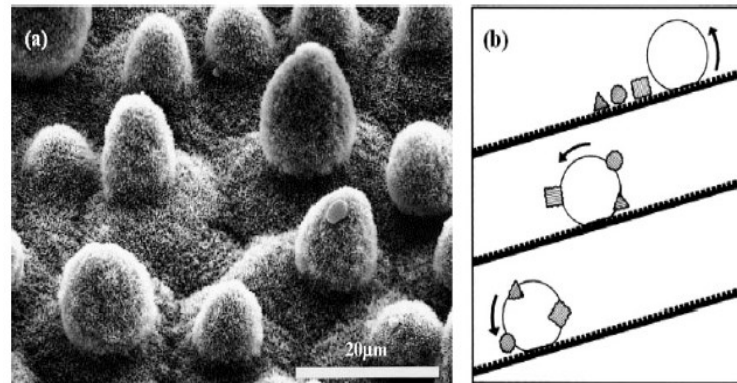
Nanopartícula carregada com inibidor de corrosão

## Nanotecnologia aplicada à proteção contra a corrosão



# Revestimentos nanoestruturados com características especiais

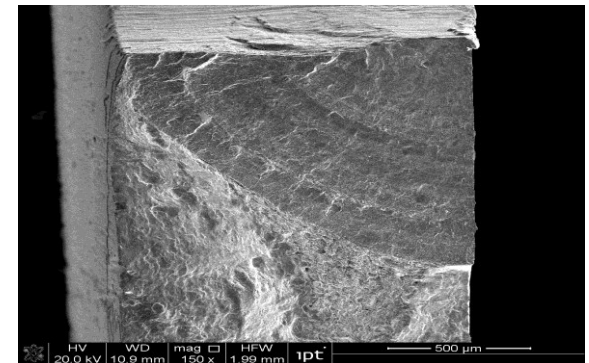
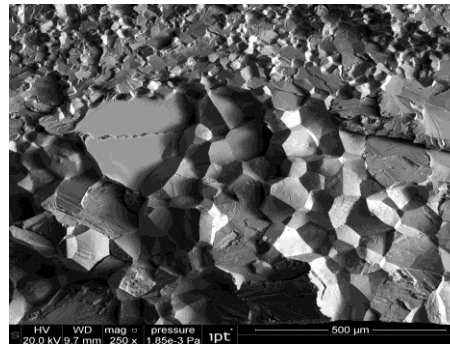
- *Hidrofobicidade*
- *Anti fouling e foul-release*
- *Auto cincatrizante*
- *Resistência ao impacto e à abrasão*



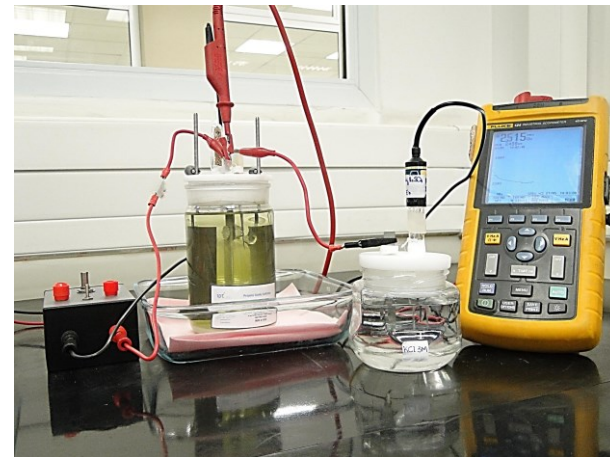
# Análise de Falhas

**Caracterização de materiais metálicos:** verificação das propriedades mecânicas e caracterização metalográfica e dureza.

Infraestrutura e capacitação técnica para avaliar componentes, estruturas e equipamentos metálicos que apresentaram falha em serviço seja por corrosão, falha de revestimento ou por fratura.

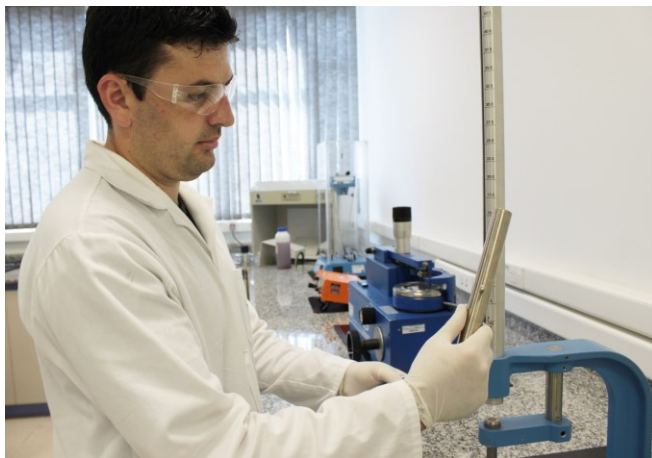


## Infraestrutura



- ✓ Ensaios eletroquímicos – Potenciostato, Impedância, SVET
- ✓ Loop de vidro para estudos em meios muito corrosivos.

# Caracterização e desempenho de componentes, revestimentos metálicos e orgânicos



**Resistência ao impacto de revestimento orgânico**



**Otimização de processo de pintura**



**Fadiga em revestimentos**

# Ensaaios Acelerados e não Acelerados de Corrosão

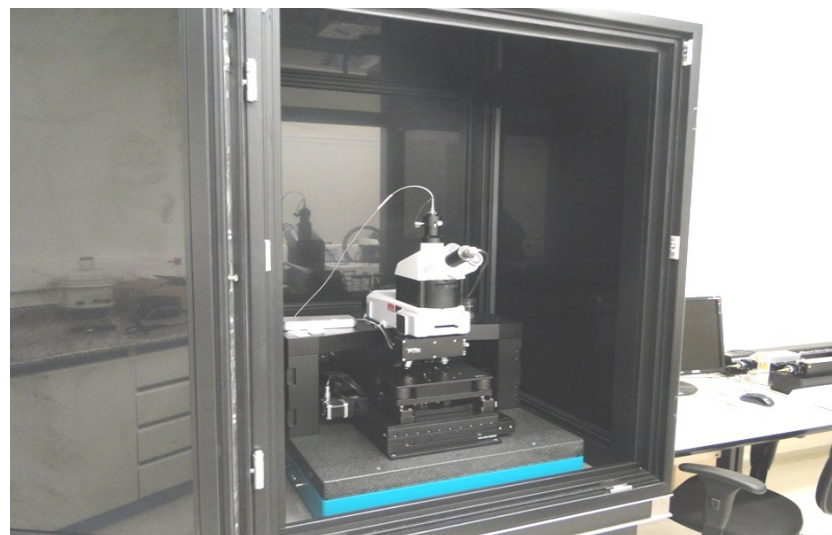
- Urbana
- Marinha
- Industrial
- Rural
- Intemperismo artificial
- Exposição offshore



# Análise de Superfície



MEV



Raman - AFM



Confocal



Kelvin Probe



OBRIGADO

*Neusvaldo Lira de Almeida*  
[neusval@ipt.br](mailto:neusval@ipt.br)

[www.ipt.br/centros\\_tecnologicos/CTMM](http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTMM)  
lcp@ipt.br

# Nanopartículas e materiais nanoestruturados



Adriano Marim de Oliveira  
Núcleo de BioNanoManufatura

## Núcleo de BioNanoManufatura

- Investimentos de R\$ 46 milhões
- 8.000 m<sup>2</sup>

**Modernização**  
2008-2012



# Núcleo de BioNanoManufatura

## Biotechnologia

Soluções sustentáveis para o desenvolvimento de novos produtos e processos



[à esq.] Laboratório conta com biorreatores automatizados

[à dir.] Bactérias produtoras de biopolímeros

## Microtecnologia

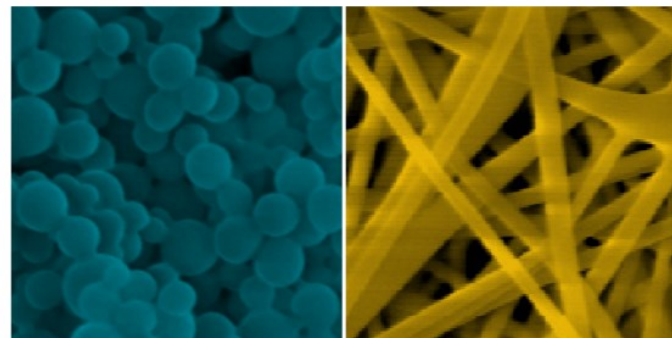
Soluções em projeto, fabricação e caracterização de componentes e sistemas miniaturizados



Geração de emulsões, utilizando dispositivos microfluidicos fabricados em vidro para aplicações em diversos setores, como a indústria alimentícia e de cosméticos

## Nanotecnologia

Soluções em síntese e caracterização de nanoproductos

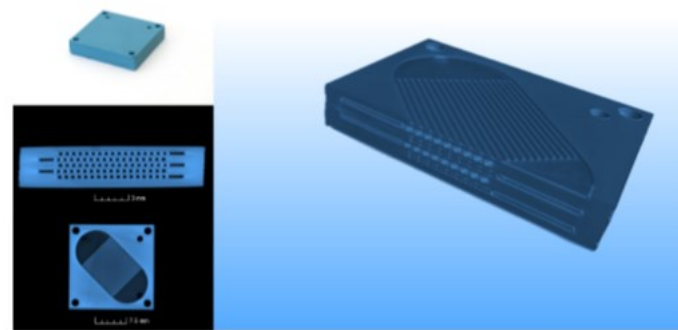


[à esq.] Nanopartículas em escala de 3 micrômetros

[à dir.] Nanofibras obtidas por eletrodiáfusão

## Metrologia de ultraprecisão

Soluções em metrologia dimensional e geométrica de peças e análise não destrutiva de materiais



Aplicação da metrologia de raios X na inspeção das estruturas internas de um microtrocador de calor fabricado em LTCC



# Nanotecnologia na Embrapii

## Nanopartículas e Materiais Nanoestruturados

### Com destaques para...

- Nanoencapsulação de Ativos
- Síntese de Nanofibras
- Síntese de Nanocompósitos
- Síntese de Nanopartículas Cerâmicas
- Modificação de Superfície de Nanoestruturas
- Sistemas de Liberação Controlada
- Técnicas de Caracterização Avançadas

Equipe  
+  
Infra-Estrutura  
Pré-Existente

# Infra-Estrutura



# Síntese de Nanoestruturas

- **Reatores Automatizados;**
- **Homogeneizadores de Alta Pressão**
- **Reatores de Alta Pressão (Reator Parr)**
- **Spray-Dryer**
- **NanoSpray-Dryer**

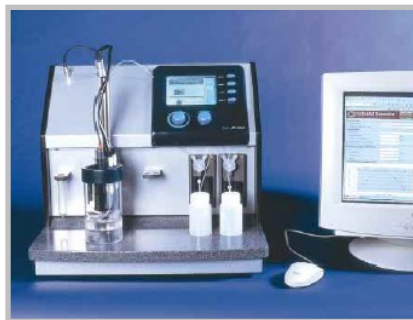




# Técnicas de Caracterização Avançadas



Microscopia Eletrônica de Varredura  
– SEM-FEG-FIB



Espectroscopia  
Eletroacústica



Calorimetria Exploratória  
Diferencial - DSC



Microscopia Confocal



Espalhamento de Luz



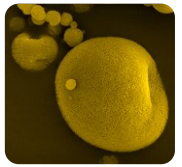
Análise Termogravimétrica  
- TG



Turbidimetria



Avaliação de  
Permeação de Nano

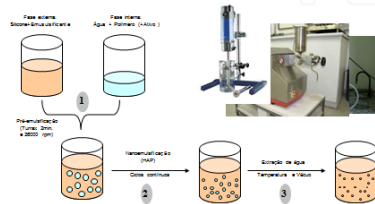


# Nanoencapsulação de Ativos

## Emulsificação e Difusão de Solvente

### Nanocarreadores Poliméricos Coloidais - NPCs

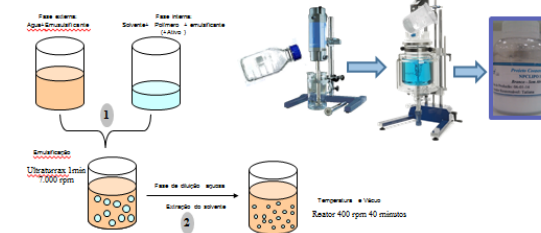
Preparo dos NPC-placebo e NPC contendo ativo



ipt

## Emulsificação e Evaporação de Solvente

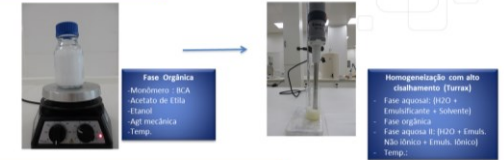
Preparo dos nanoencapsulados poliméricos



ipt

## Polimerização Interfacial

1ª Etapa: Preparo da emulsão



2ª Etapa: Polimerização Interfacial e destilação



ipt

## Polimerização In-Situ

Associação de mecanismos de fotoproteção por princípios físicos e químicos em uma mesma estrutura nanométrica.

Reator de Polimerização

Gráfico: Aumento de Tg de BDO na nanopartícula total. Curvas para Ex 1, Ex 2, Ex 3. O eixo X representa o tempo (min) de 0 a 900, e o eixo Y representa a temperatura (°C) de 0 a 120.

ipt

## Secagem por Spray-Dryer

### PREPARAÇÃO DE NANOENCAPSULADOS

#### NANOSPRAY-DRYER



#### POSSIBILIDADES

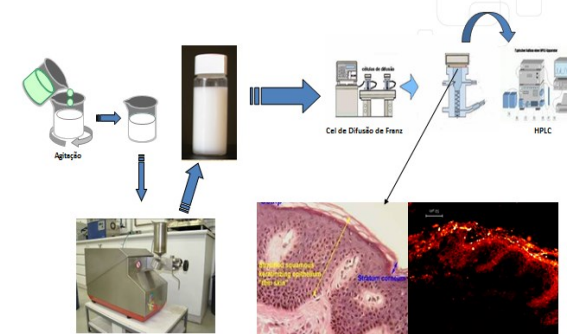
- Produção de nanopartículas
- Recuperação superior a 90%
- Processamento de mL
- Amostras de 100mg

ipt

## Homogeneização de Alta Pressão

### NANOPARTÍCULAS LIPÍDICAS SÓLIDAS

Obtenção de nanopartículas contendo agente de proteção solar.

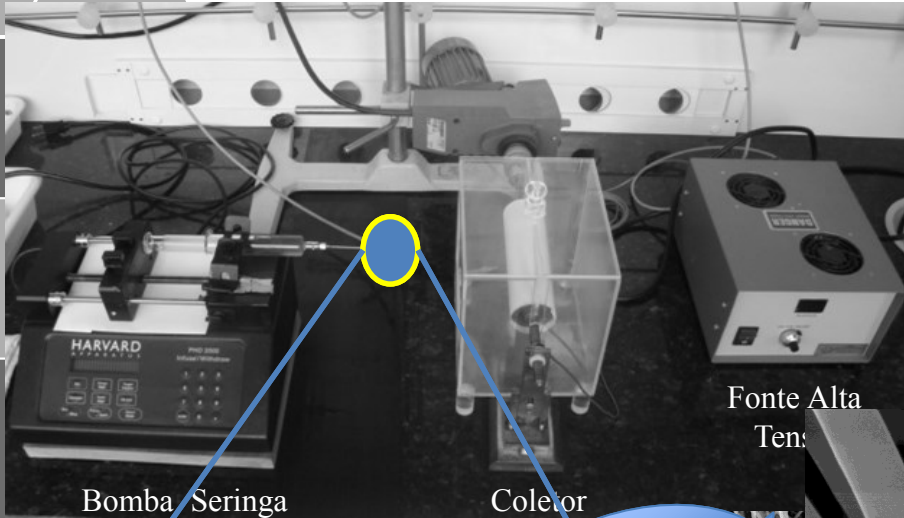


ipt



# Nanofibras

## Aparato de produção de nanofibras



Bomba Seringa

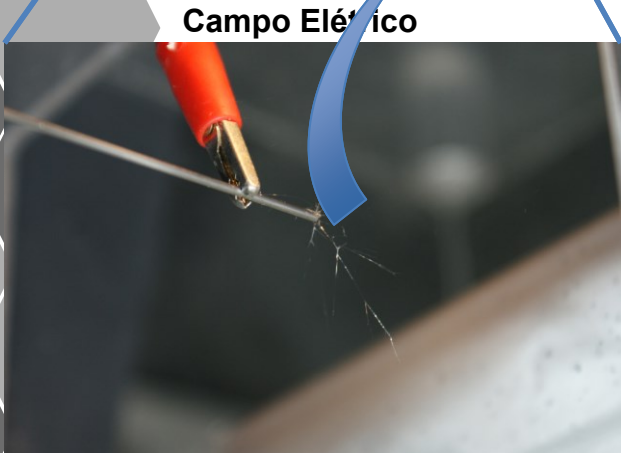
Coletor

Fonte Alta Tensão

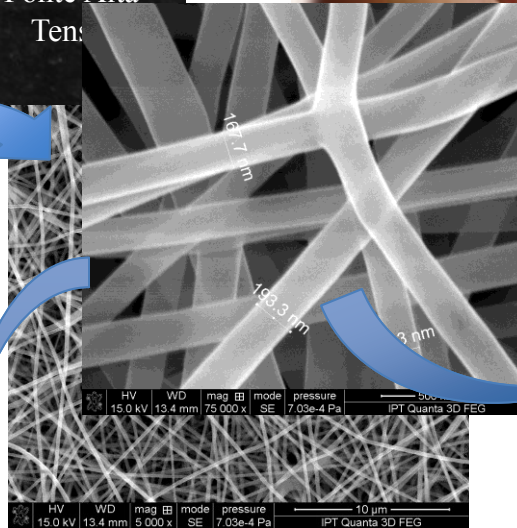


Patches

Possibilidade de Aplicação em Sistemas de Liberação Controlada



Campo Elétrico



Nanofibras

$$\downarrow D_{\text{fiber}} \propto \frac{\text{Area}}{\text{Volume}} \uparrow$$

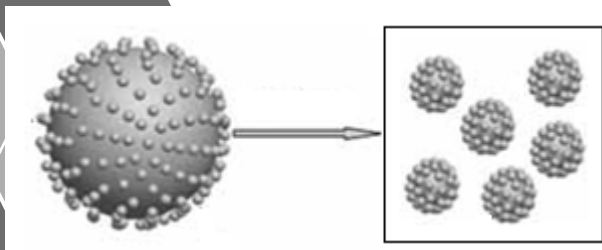
### Outras Aplicações:

- Nanofiltração
- Tecidos Avançados
- Superabsorventes

# Nanocompósitos

## Borracha em Pó

Modificação de látex (sintético)

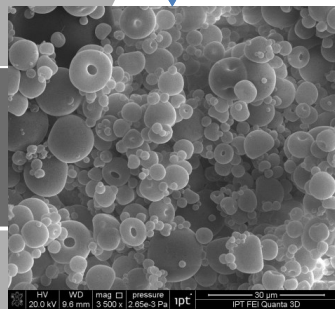


Látex (sintético)



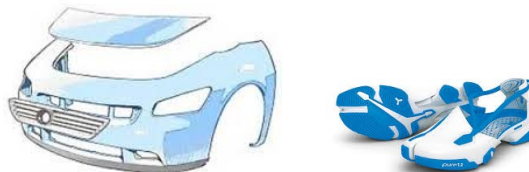
Secagem por aspersion (spray drying)

Adição de nanopartícula

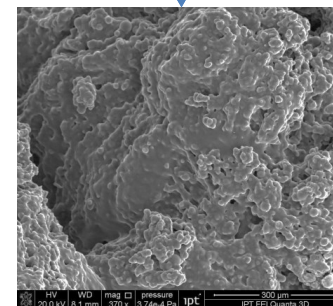


SBR após processamento na presença de nanopartículas

Modificação Termoplásticos



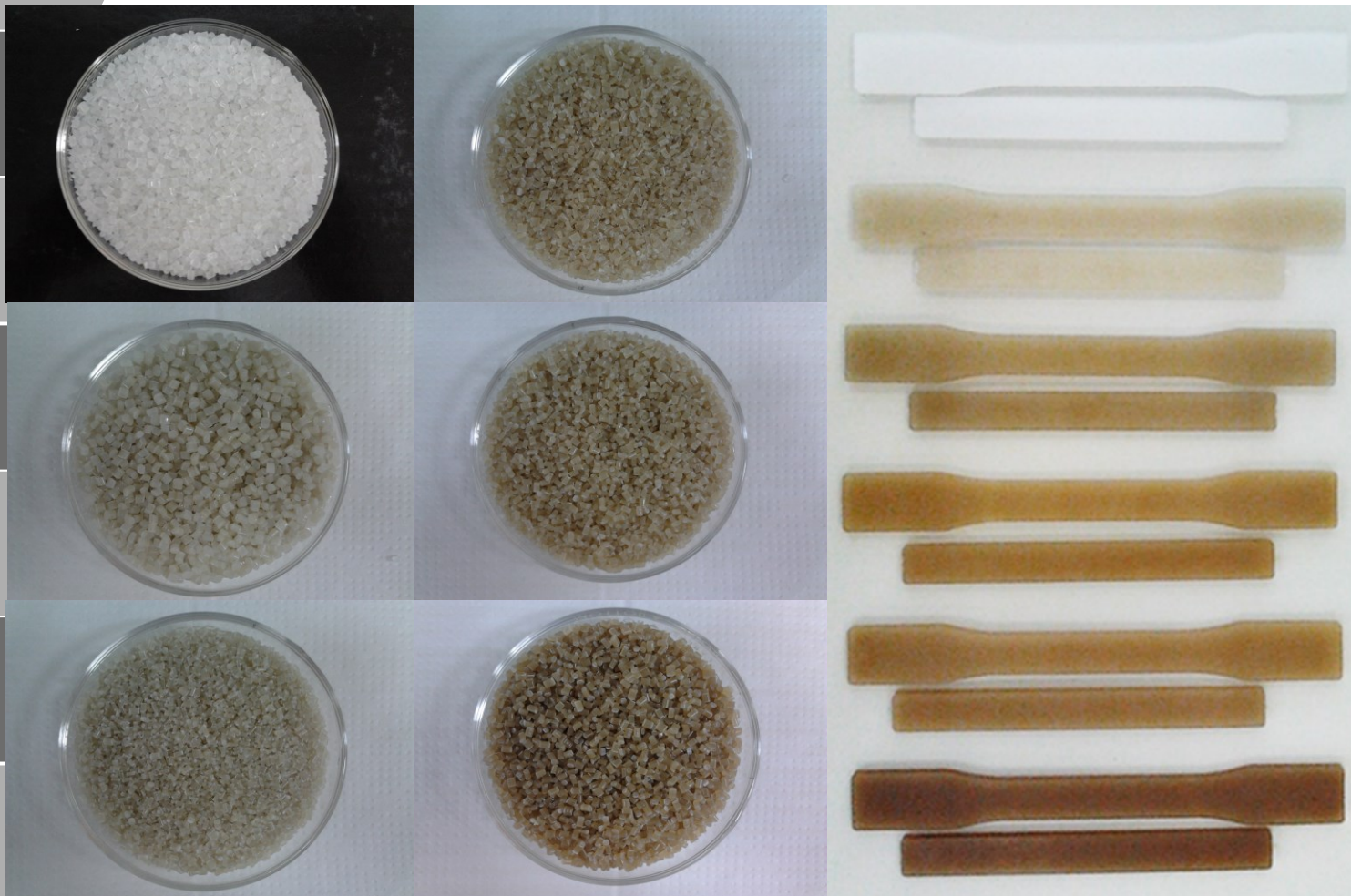
Absorvedores de Impacto



SBR sem modificação

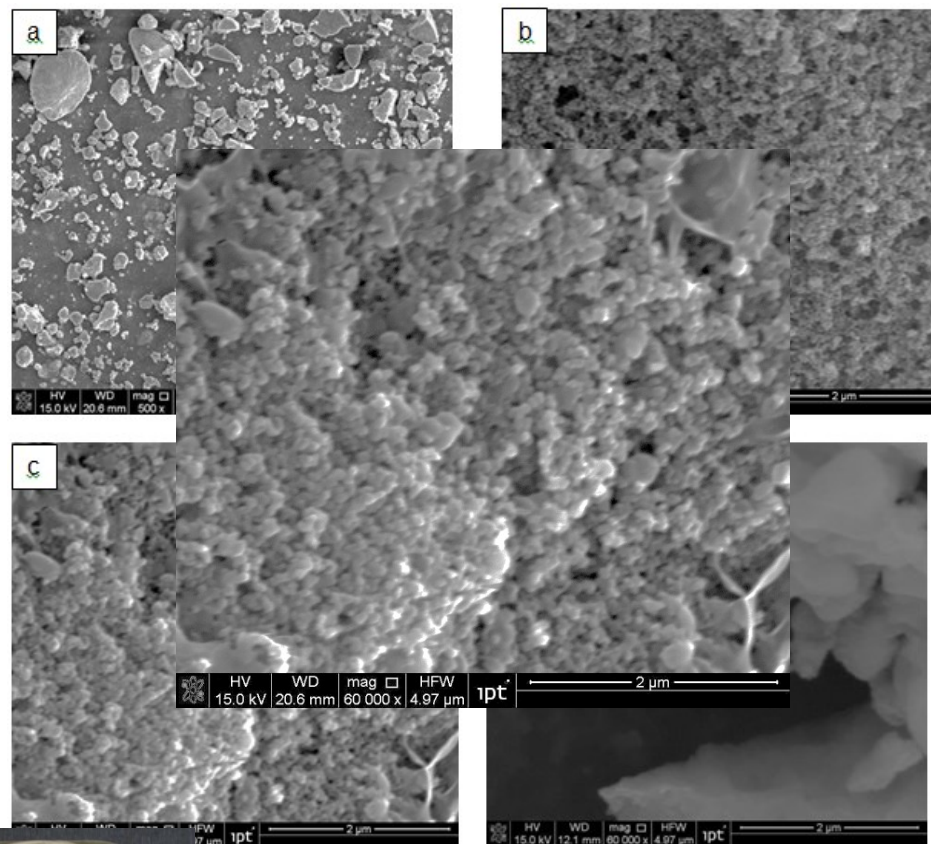
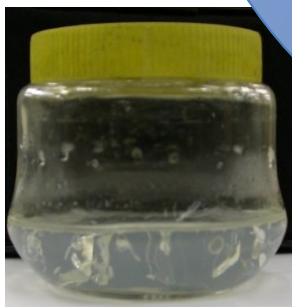
# Nanocompósitos

## Matriz polimérica reforçada com nanocargas cerâmicas

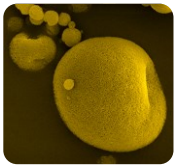


# Nanopartículas Cerâmicas

## Sínteses via Sol-Gel



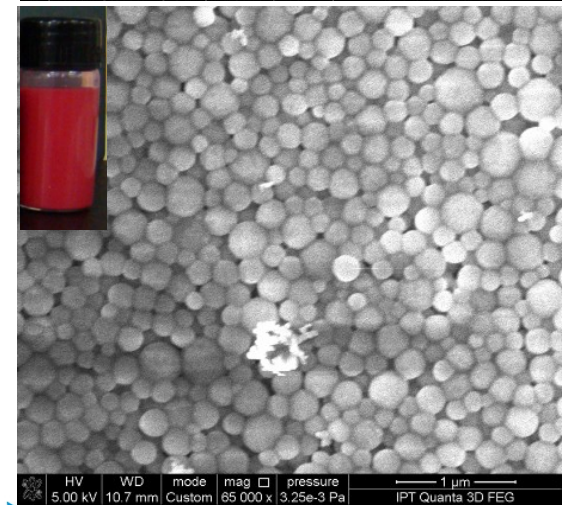
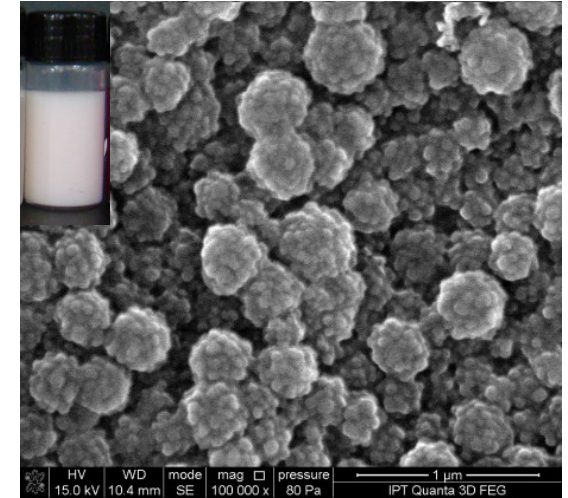
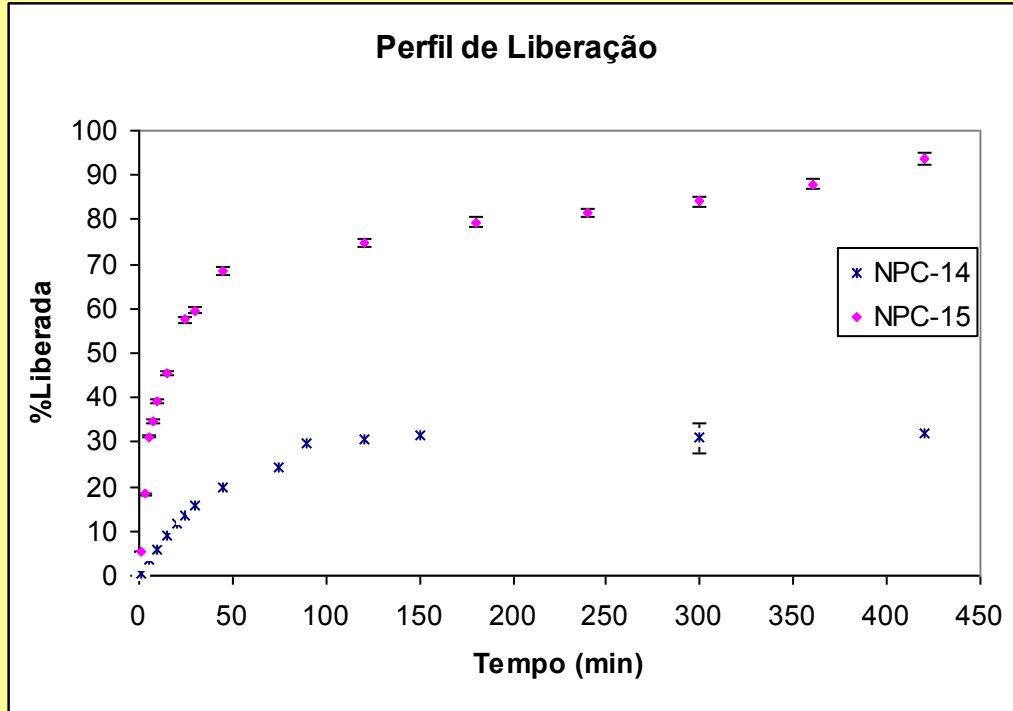
Micrografia obtida por MEV, no modo elétrons secundários, de um gel à base de silicato tratado a 700 °C/2h.



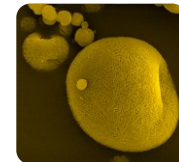
# Sistemas de Liberação Controlada

## NANOENCAPSULAÇÃO DE VITAMINAS E ANTI-CANCERÍGENOS (E/ES)

Fase  
Silic

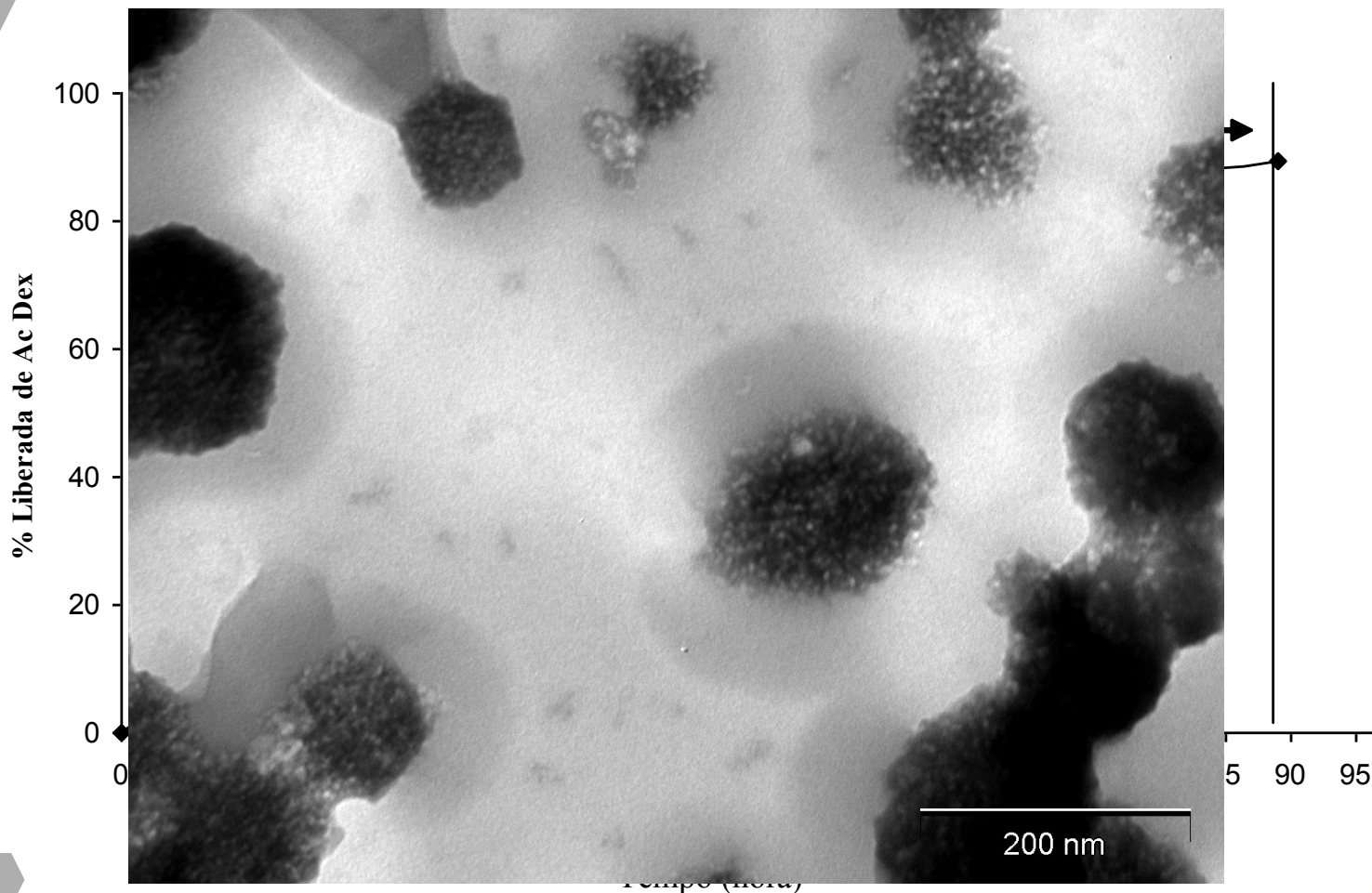


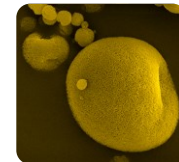




# Sistemas de Liberação Controlada

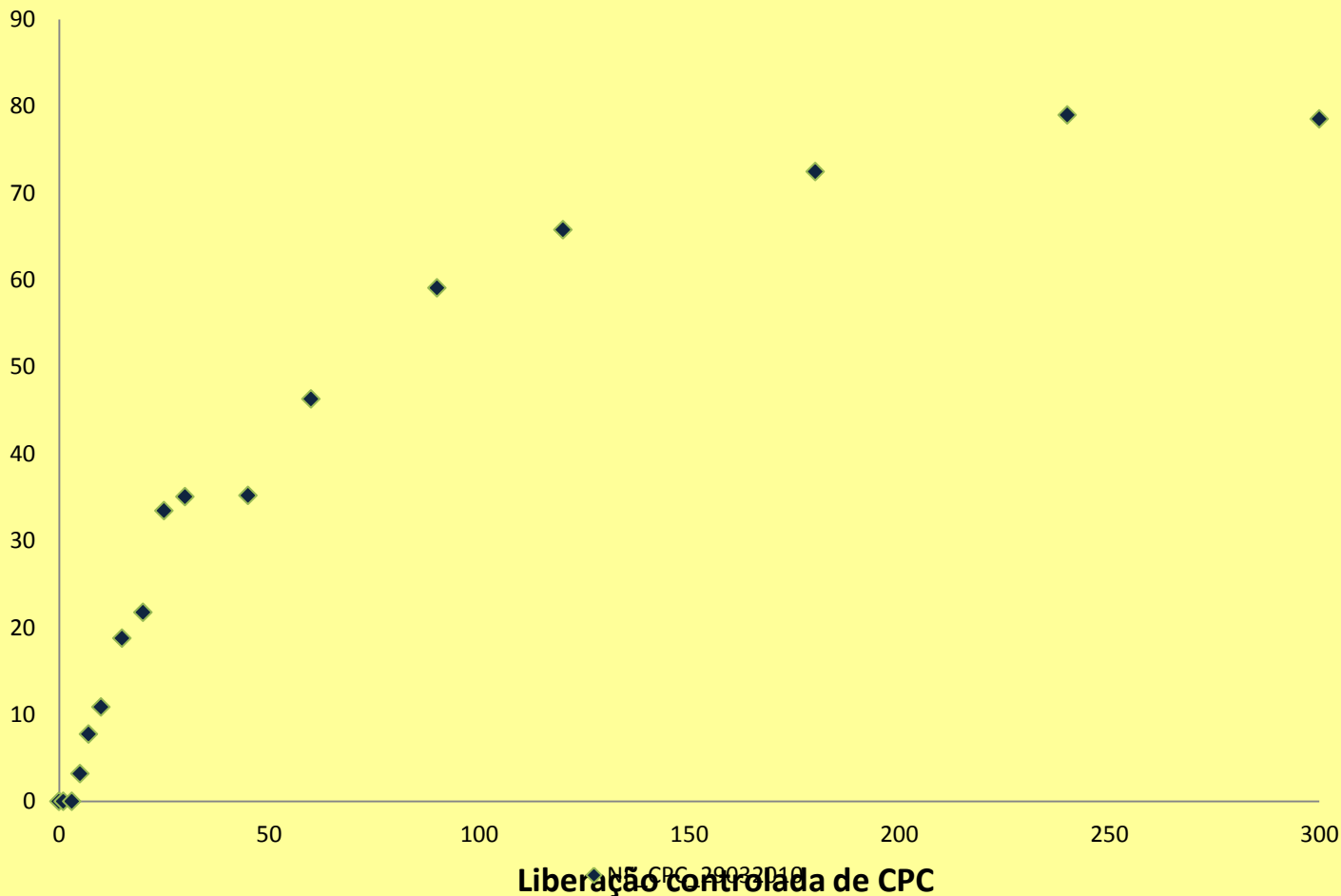
## NANOENCAPSULAÇÃO DE ANTI-INFLAMATÓRIO (E/DS)

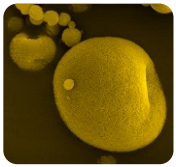




# Sistemas de Liberação Controlada

PRO

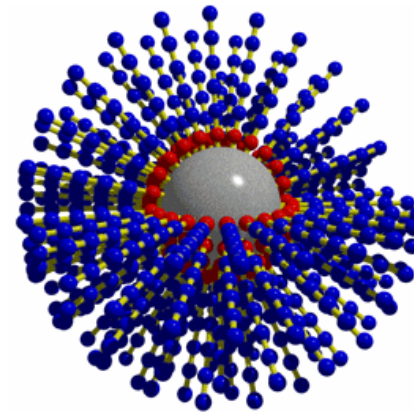
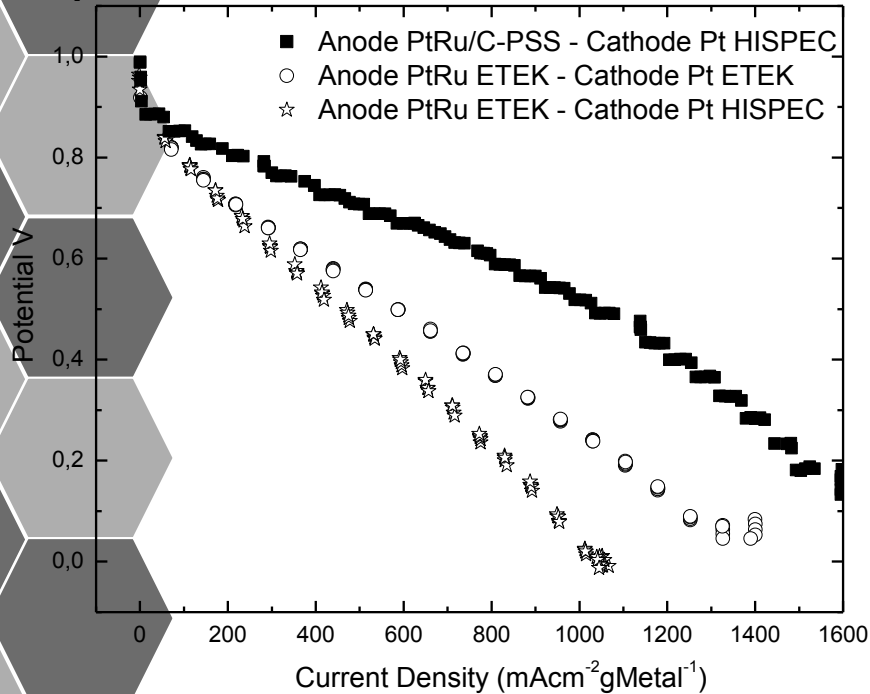




# Modificação de Superfície de Nano

Desenvolvimento de suporte catalítico nanométrico para catalisador de células combustíveis.

Testcell: HIAT FC25/125, Cell Torq: 1N/mm<sup>2</sup> air: 2.5 NL/min (100% Humidity),  
 H<sub>2</sub>: 0.8 NL/min (85% Humidity), Temp. 70°C GDLs: Anode Toray, Cathode SGL 10 CC



# Os Projetos e Parceiros

## Parceiros

## Projetos em Andamento



Inseticida nanotecnológico



Desenvolvimento de materiais de alta performance



Projeto Estações



Projeto MD 283



Nanoalox



Nanovit



NanoLINN



Obtenção de nanopartículas para aplicação em cimentos dentários

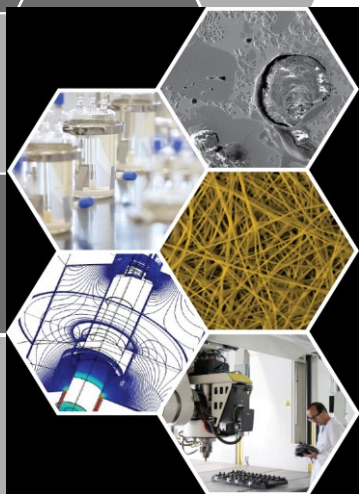


Plataforma tecnológica de nanoencapsulação



Projeto Artap

# Materiais compósitos



Hugo Resende  
Núcleo de Estruturas Leves

# Localização

No Parque Tecnológico de São José dos Campos



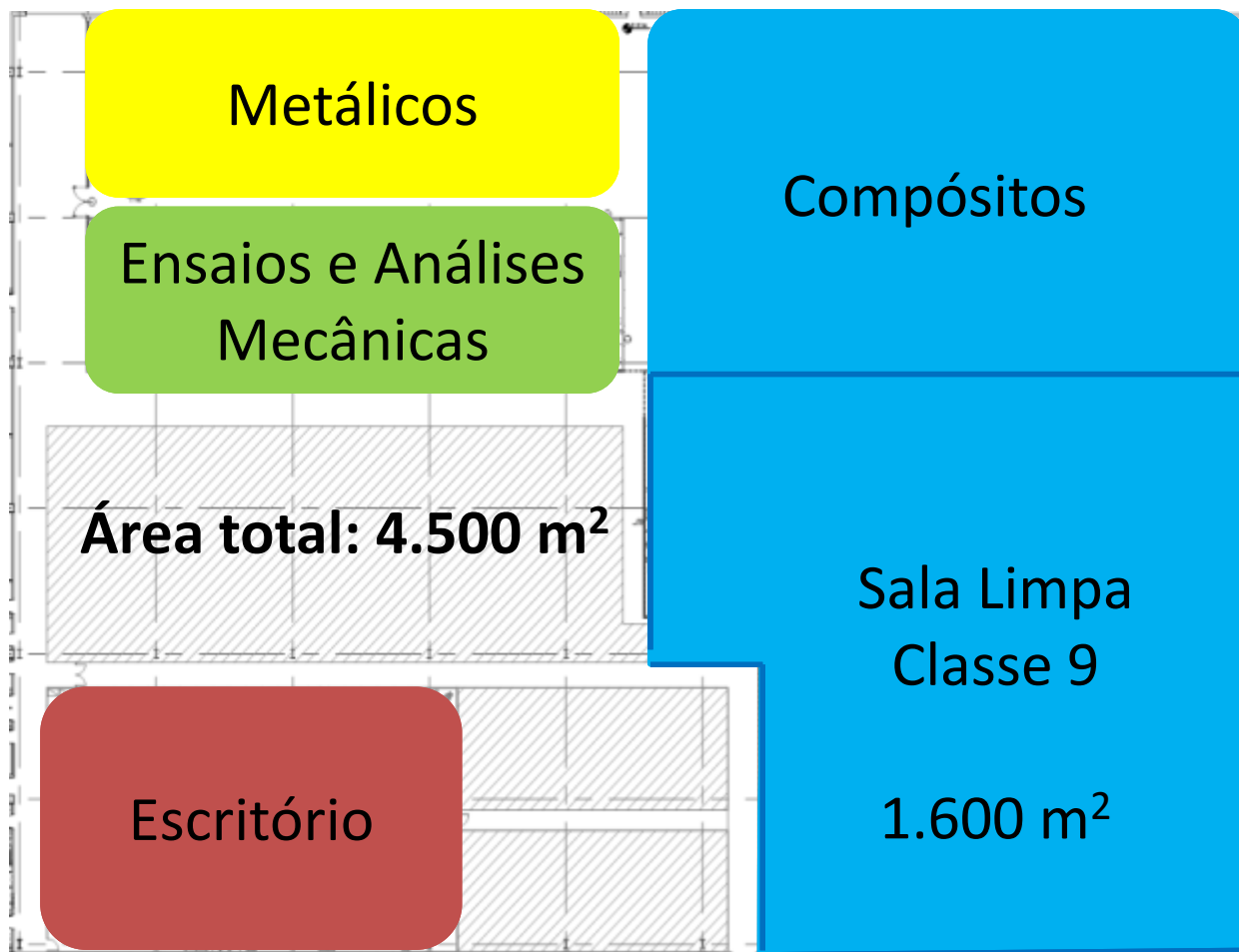
Rio de Janeiro



São Paulo

IPT

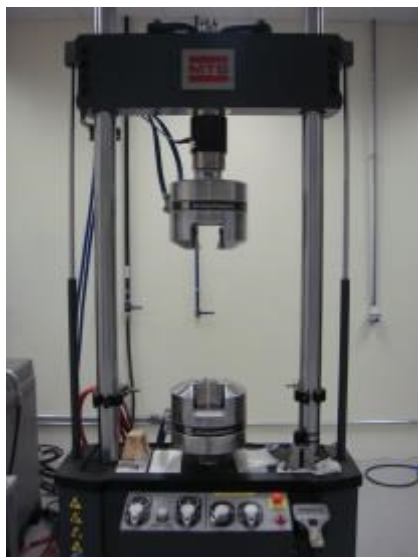
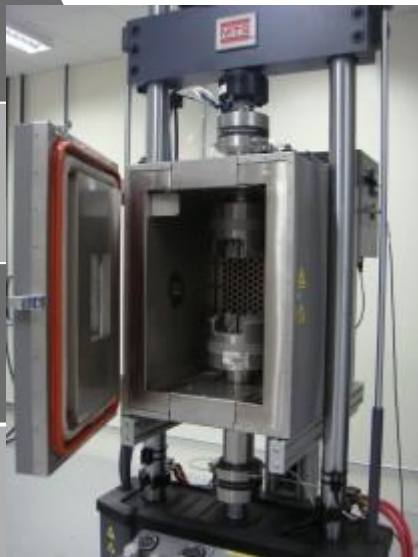
# Layout



# Infraestrutura



Câmara de condicionamento climático



Ensaios Dinâmicos

Ensaios Estáticos





# Infraestrutura

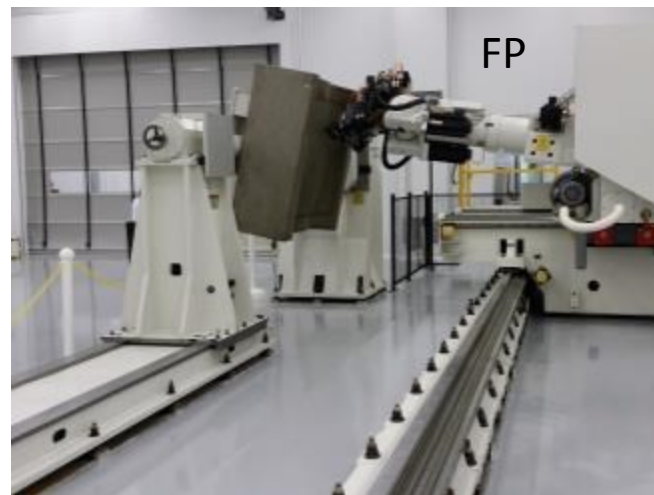
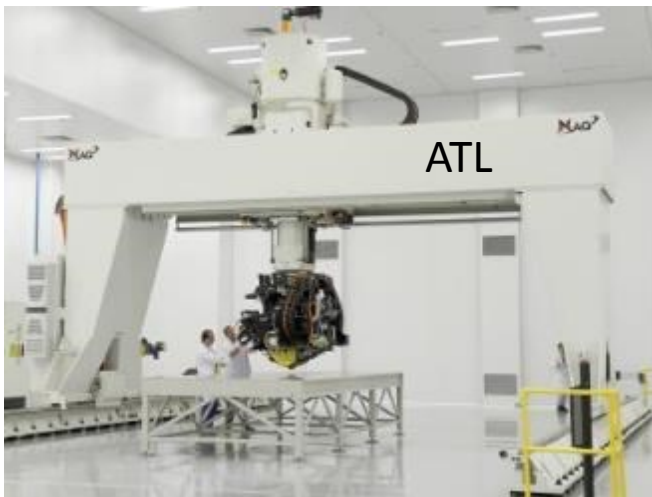


Junção por atrito



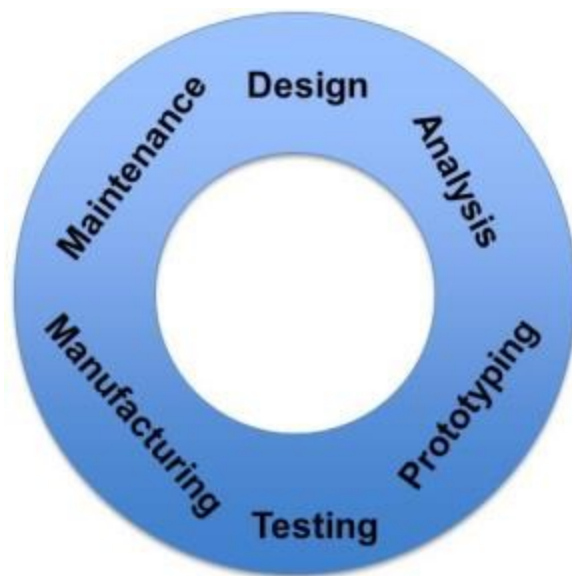
Conformação superplástica

# Infraestrutura

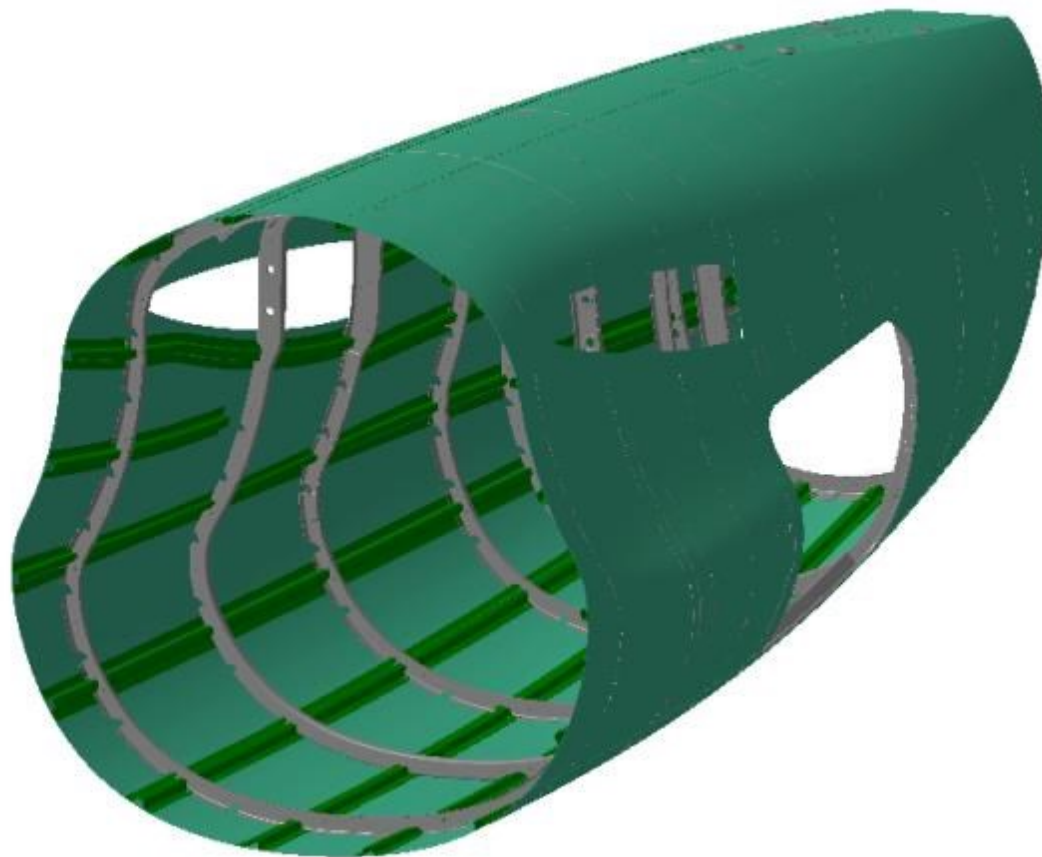


# Modelo de negócios

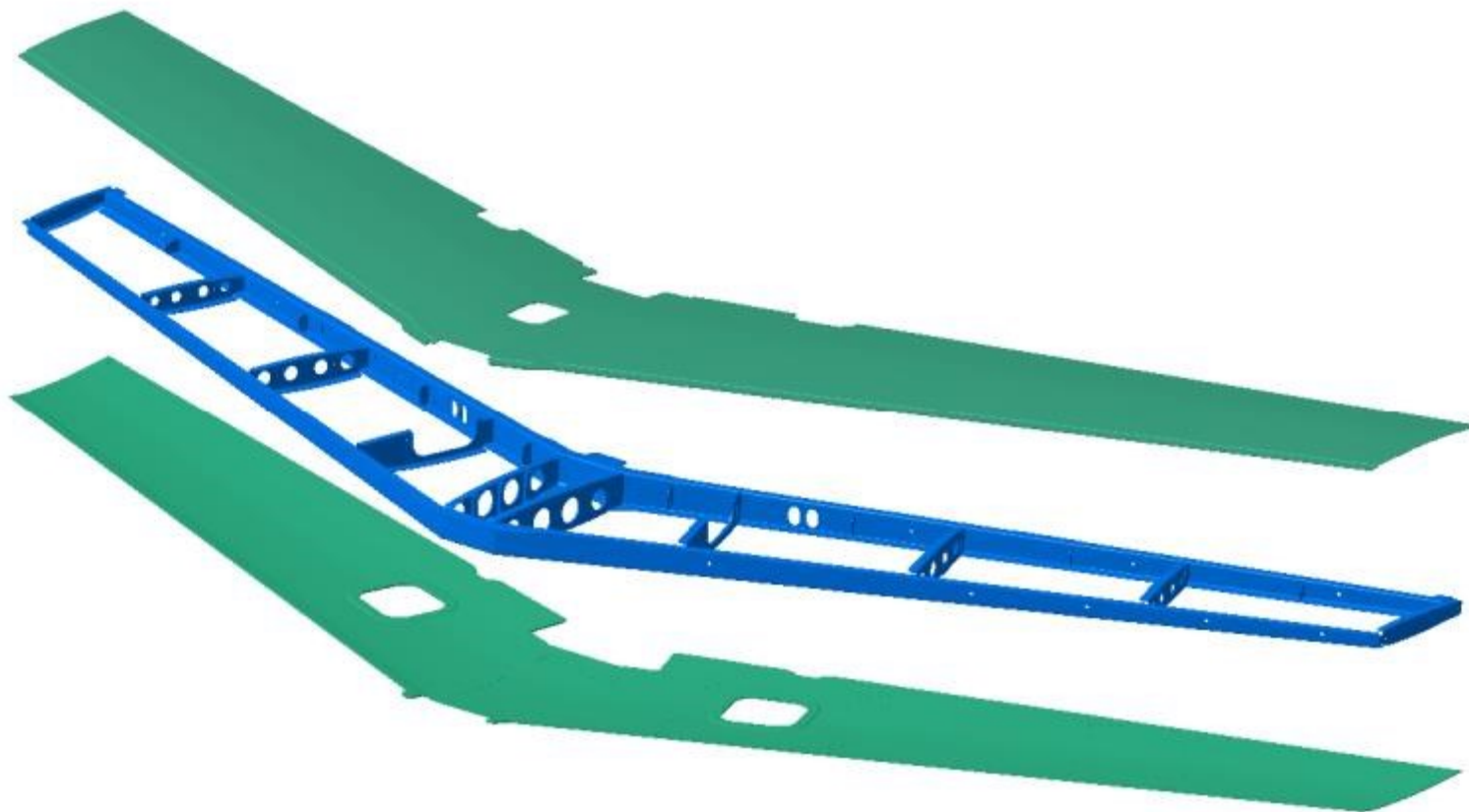
- **Multissetorial:** aeroespacial, automotivo, eólico, óleo & gás
- **Projetos colaborativos:** co-localização no escritório do LEL
- **Parceria com universidades**
- **Colaboração com PMEs:** desenvolvimento de produto
- **Colaboração com grandes empresas:** P&D pré-competitivo
- **Foco técnico:** ciclo do desenvolvimento de estruturas



# Projetos de pesquisa



# Projetos de pesquisa



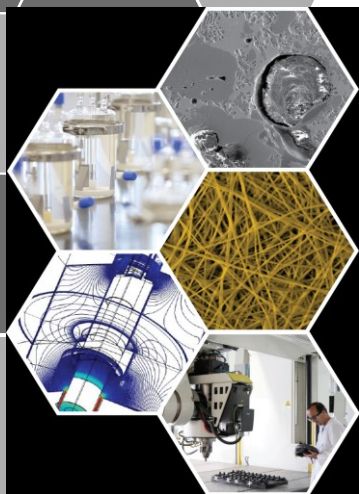
# OBRIGADO

*Hugo Borelli Resende*  
[hresende@ipt.br](mailto:hresende@ipt.br)

[http://www.ipt.br/centros\\_tecnologicos/LEL](http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/LEL)

lel@ipt.br

# Materiais Cerâmicos

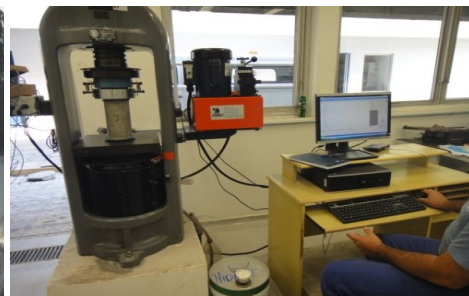


Valdecir Angelo Quarcioni

CT-OBRAS - Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura

# Atuação

- Materiais cimentícios
- Materiais cerâmicos, em geral
- Recursos minerais e meio ambiente
- Reaproveitamento de subprodutos e materiais residuais
- Desempenho e sustentabilidade

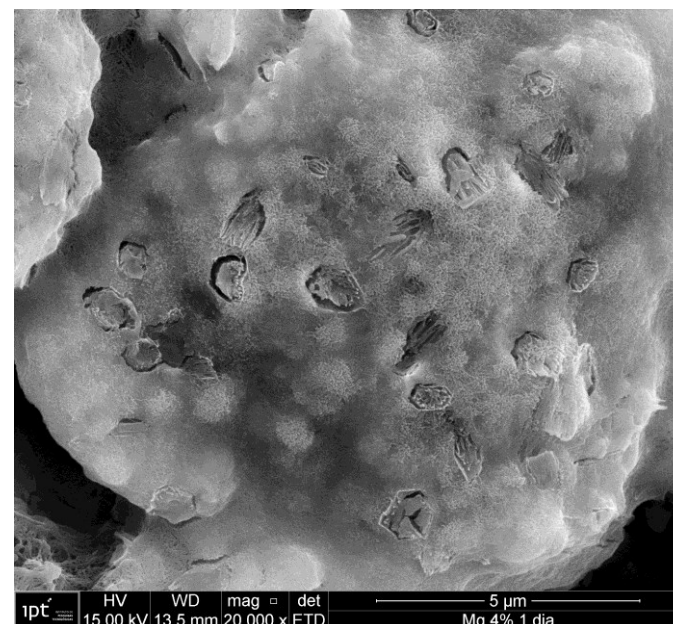
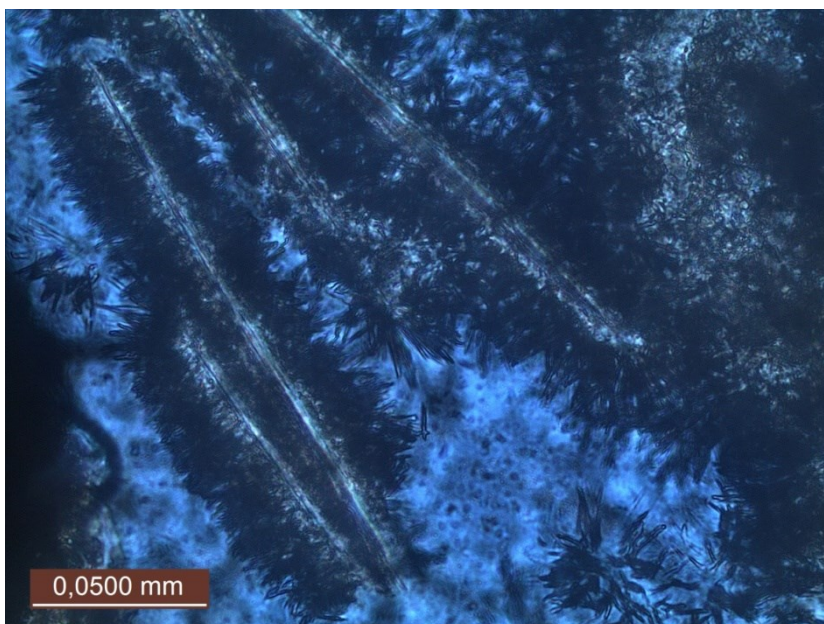




# Destques Recentes do Grupo

# Cimentação e durabilidade

Entendimento da ação de  $\text{CO}_2$  e do magnésio na cimentação de poços da camada do pré-sal.  
*Caracterização e desenvolvimento de ensaios especiais*

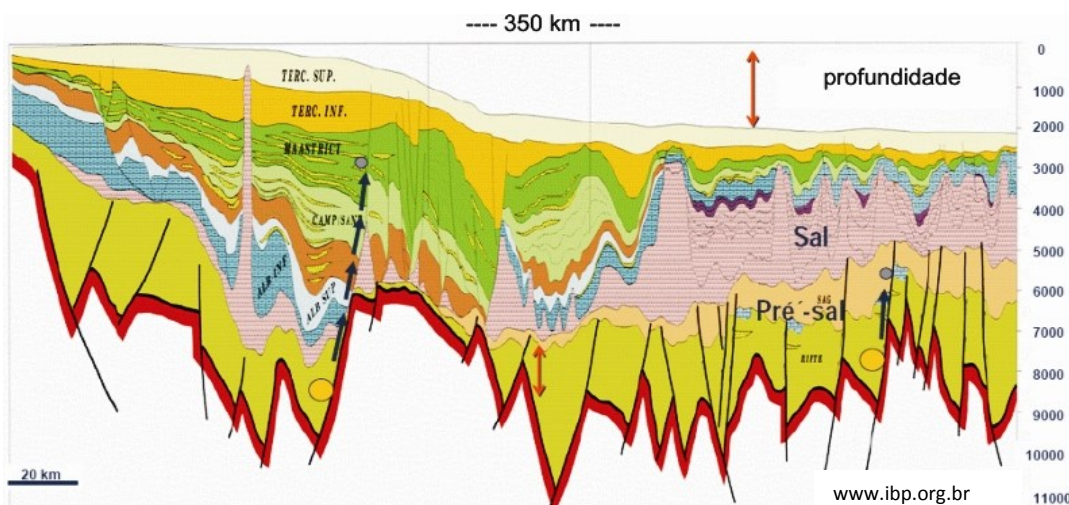
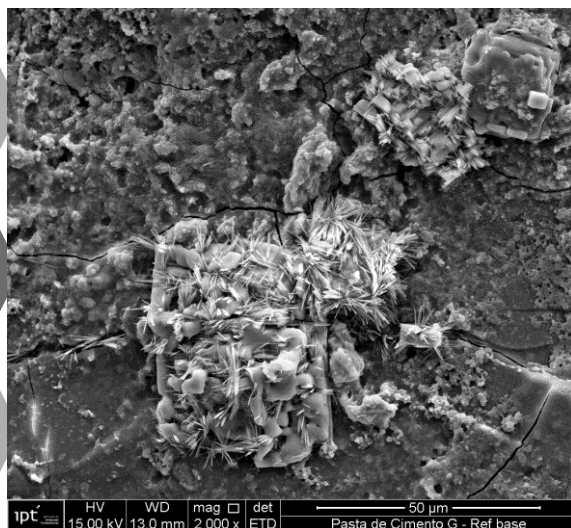


**Efeitos de agentes agressivos na microestrutura de pastas de cimento**

# Cimentação e durabilidade

Entendimento da **ação da rocha salina** em contato com a pasta destinada à cimentação de poços da camada do pré-sal.

*Caracterização e desenvolvimento de ensaios especiais*



**Predição dos efeitos do contato da rocha salina-pasta cimentante na sua microestrutura**

# Durabilidade do concreto

Caracterização da obra visando a estimativa de vida útil a partir de estudos de durabilidade de estruturas do concreto em ambiente marinho tropical



## Pier Velho :

- 1962-1967: Ponte de Acesso e Pier de Atracação 1
- 1971-1973: Pier de Atracação 2

## Pier Novo:

- 2003-2005: ao lado da Ponte de Acesso do Pier Velho

**INSPEÇÃO VISUAL DETALHADA**

**ENSAIOS EM CAMPO E LABORATÓRIO**

**PREVISÃO DA VIDA ÚTIL**

Parceria: Transpetro / IPT  
Período: 2008- 2009

# Gestão e reciclagem de RCD

Treinamento de pessoal em gestão e reciclagem de RCD - Novo Horizonte/SP



Parceria: SDECT-GESP (PATEM)  
Período: 2010 - 2013

# Obtenção de pozolana a partir de cacos de cerâmica vermelha



São descartadas anualmente cerca de 1,3 milhão de toneladas de cacos cerâmicos pelas centenas de cerâmicas paulistas, que representa 5% de 26 milhões de toneladas de cerâmica vermelha produzida no estado de São Paulo (ou 1/5 da produção nacional de 130 milhões de toneladas).

## SOLUÇÕES DO PROJETO

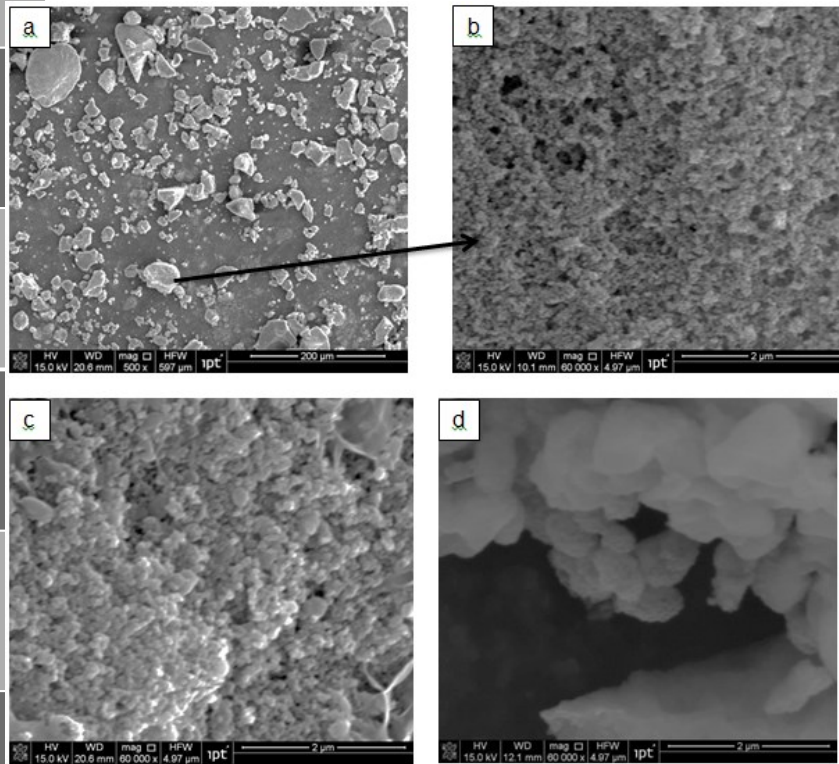
- **OBTENÇÃO** de pozolana para adição ao cimento Portland, portanto, menos emissões de CO<sub>2</sub> para produção de cimento Portland.
- **REAPROVEITAMENTO** dos cacos no próprio processo de produção de novos artefatos.
- **ESTIMULAR** implantação de centrais de processamento de cacos nos Polos Cerâmicos do ESP.

# Projetos em Desenvolvimento

# 1 - Obtenção de nanopartículas de $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ e $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ para aplicação em cimentos dentários

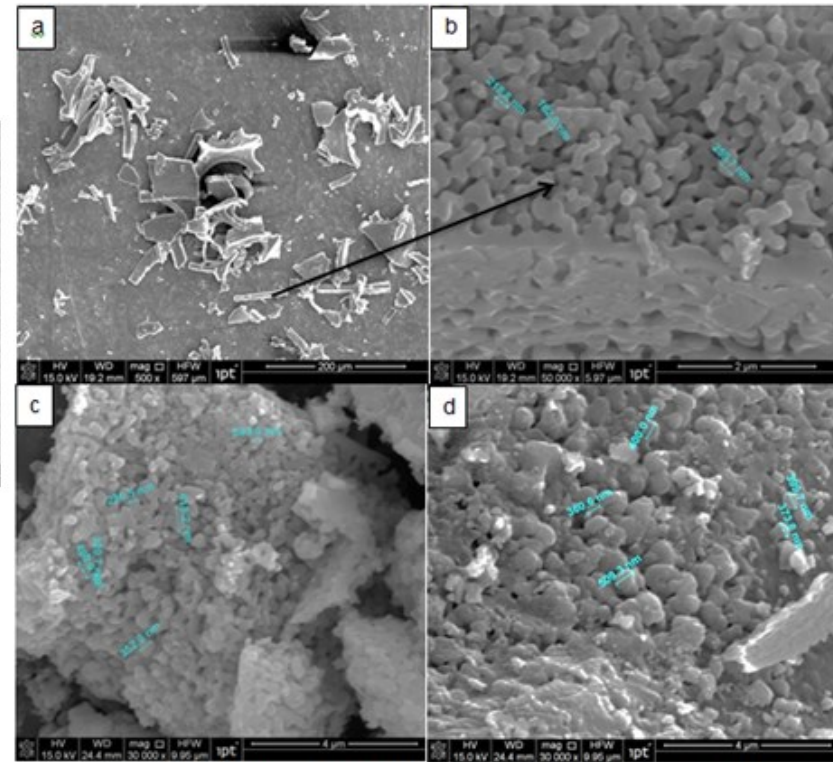
Parceria: EMBRAPII / Angelus / IPT  
Período: 2013 - 2014





(a), (b), (c) e (d) Micrografias obtidas por MEV, no modo elétrons secundários de  $C_2S$ .

Área superficial: 7,6 m<sup>2</sup>/g



(a), (b), (c) e (d) Micrografias obtidas em MEV, no modo elétrons secundários, do pó obtido da síntese de  $C_3A$  cúbico

Área superficial: 5,3 m<sup>2</sup>/g

## 2 - Obtenção de cimento alternativo para fins não estruturais a partir de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

Parceria: BNDES / InterCement / IPT  
Período: 2013 - 2016

# Cimento especial de RCD



## DIFERENCIAL DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO PROJETO

- REAPROVEITAR a capacidade ligante do cimento e da cerâmica vermelha presentes no RCD **sem novas emissões de CO<sub>2</sub>** devido a descarbonatação da matéria prima.

## SOLUÇÕES POTENCIAIS DO PROJETO

- VIABILIZAR o emprego em bases tratadas ou pavimentos rígidos.
- REDUÇÃO de emissões de CO<sub>2</sub> em relação ao gerado na fabricação do cimento Portland.
- AGREGAR qualidade ao agregado de RCD, com a redução de sua variabilidade.

## 3 - Escória de aciaria modificada para manufatura de cimento

Parceria: EMBRAPII / InterCement / IPT  
Período: 2013 - 2016

## Escória de aciaria modificada para manufatura de cimento

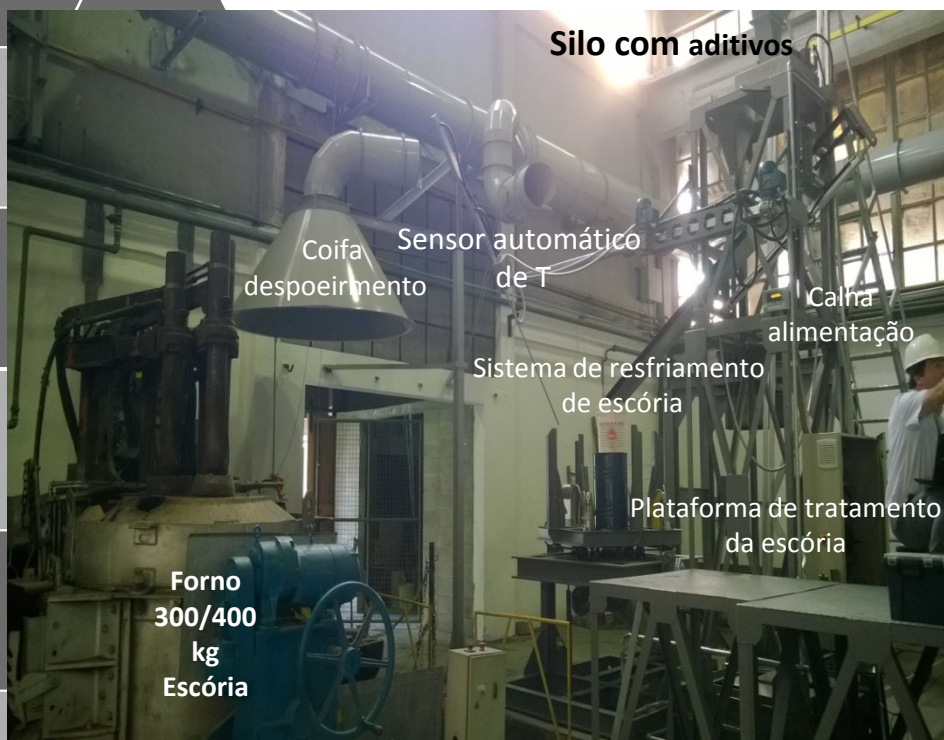
### Objetivo

Desenvolver processo autógeno de modificação da escória de aciaria no estado líquido visando sua aplicação como adição na produção de cimento em substituição parcial à escória de alto forno.

**Equipes de Processos Metalúrgicos + Materiais de Construção Civil**

## Desenvolvimento do programa

Projeto e construção de sistema de modificação de escória na escala piloto (300 kg), incluindo granulação a seco.

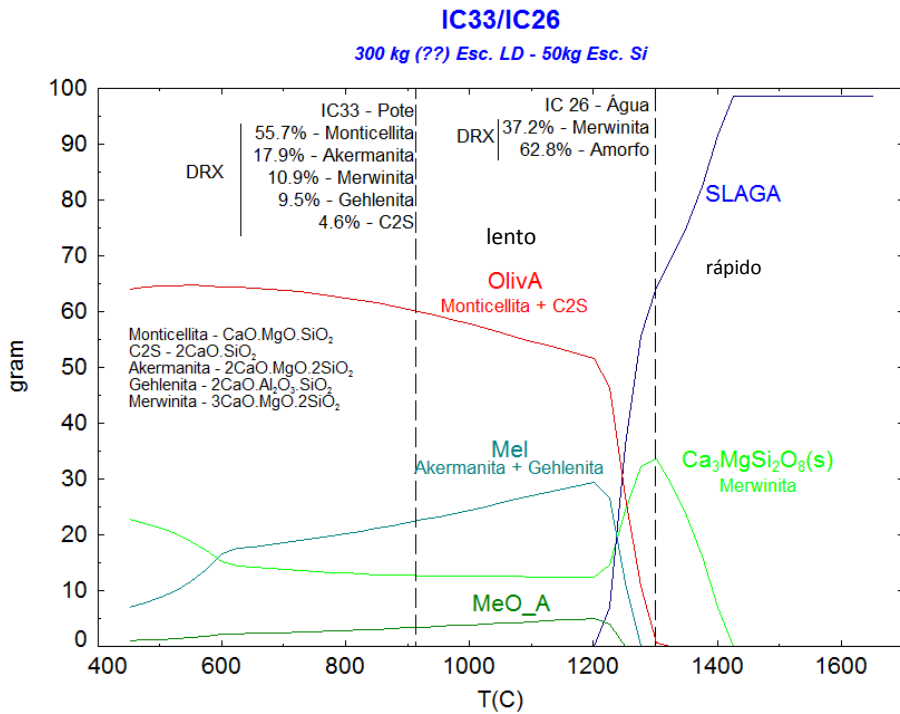


Pedido de MU depositado em Set/2014

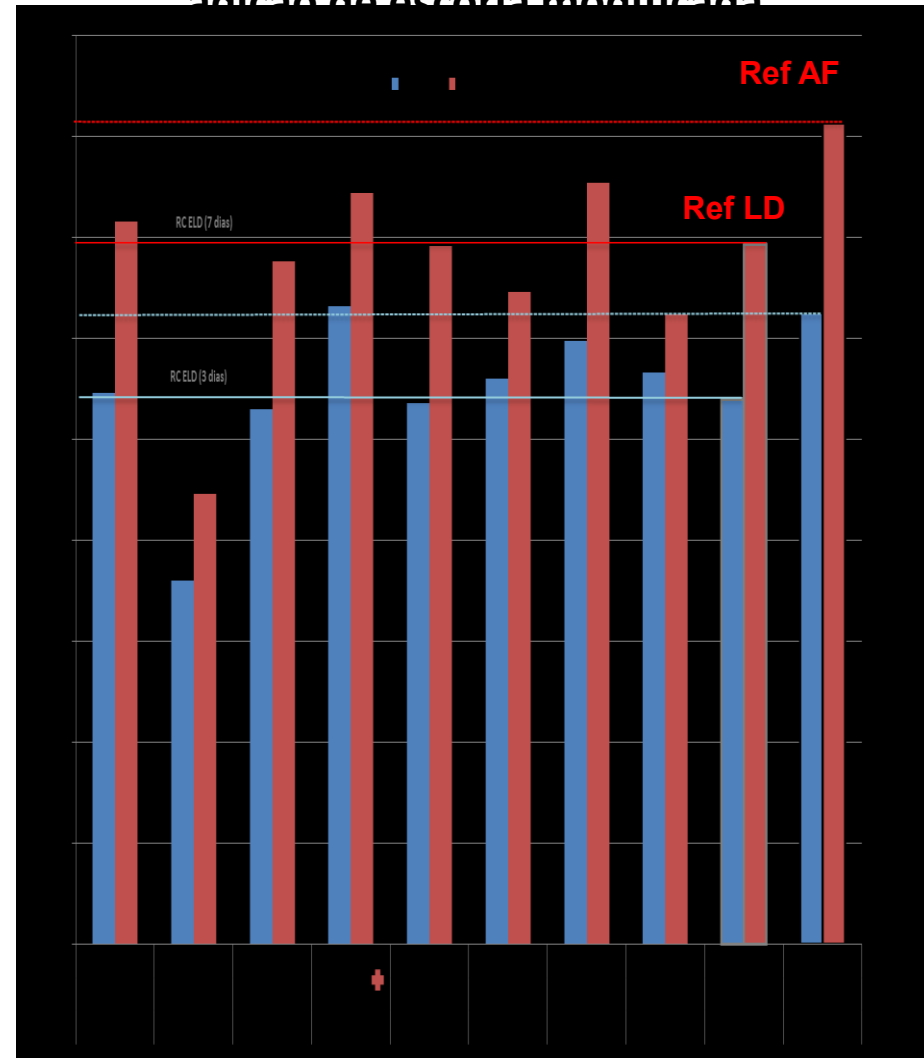
Parceria: EMBRAPII / InterCement / IPT

# Desenvolvimento do programa

**Modelamento de termodinâmico e de transferência de calor para prever fases formadas e validação de modelos**



## Resistência a compressão de cimentos com adição de escória modificada



# Em que podemos contribuir?



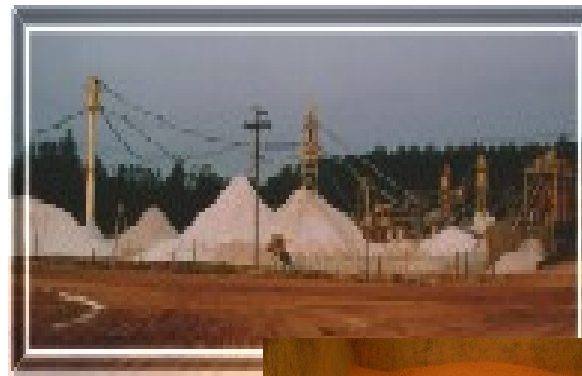
# Mercados de edifícios

- ✓ **No desenvolvimento de componentes**, com vistas a se obter blocos que atendam aos **critérios de desempenho da NBR 15575**.
  - **Caracterização de componentes** cerâmicos, blocos e telhas;
- ✓ **No desenvolvimento de sistemas** que empregam **componentes cerâmicos**.
  - **Avaliação de desempenho de sistemas construtivos inovadores** que empregam componentes cerâmicos, tanto alvenarias quanto painéis mistos de blocos cerâmicos e nervuras de concreto.

## Mercados de infraestrutura e de edifícios

- ✓ Demandas tecnológicas específicas em **estruturas, pavimentação, concreto, revestimentos, química e microestrutura de materiais e de compósitos.**
- ✓ Estudo de **composição e durabilidade de concretos e de argamassas.**
- ✓ Análise de **desempenho de revestimentos e rochas ornamentais.**
- ✓ Pesquisas para **reaproveitamento de resíduos na construção civil: aplicação e durabilidade.**

# Estudos de oferta e demanda de minerais industriais para substituição de importações



# Apoio de equipe especializada multidisciplinar com forte infraestrutura laboratorial



# OBRIGADO

*Valdecir Angelo Quarcioni (materiais construção civil)*

[quarciva@ipt.br](mailto:quarciva@ipt.br)

*Luciana de Oliveira (sistemas construtivos)*

[luciana@ipt.br](mailto:luciana@ipt.br)

*Catia Fredericci (materiais cerâmicos especiais)*

[catiaf@ipt.br](mailto:catiaf@ipt.br)

*Marsis Cabral Júnior (tecnologia cerâmica)*

[marsis@ipt.br](mailto:marsis@ipt.br)

[http://www.ipt.br/centros\\_tecnologicos/CT-OBRAS](http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CT-OBRAS)

[ctobras@ipt.br](mailto:ctobras@ipt.br)