



**CBPF**

Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas

# Instrumentação e Inovação

Marcelo Portes de Albuquerque

**4<sup>a</sup> O2I**

**OFICINA**

**DE INSTRUMENTAÇÃO E INOVAÇÃO**

Rio de Janeiro, 16 a 18 de Novembro de 2022.



**CBPF**

Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas

UNIDADE DE PESQUISA DO MOTI

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



**nit ri**



**FAPERJ**



**CAPES**

*Quando você ouve falar  
em instrumentação...*

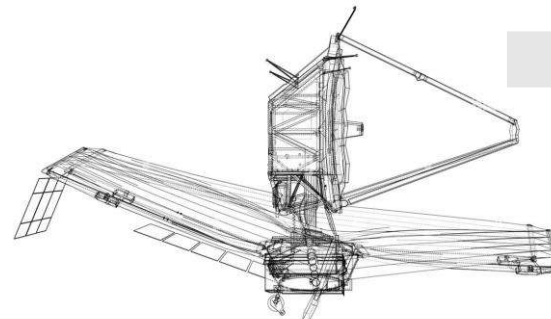




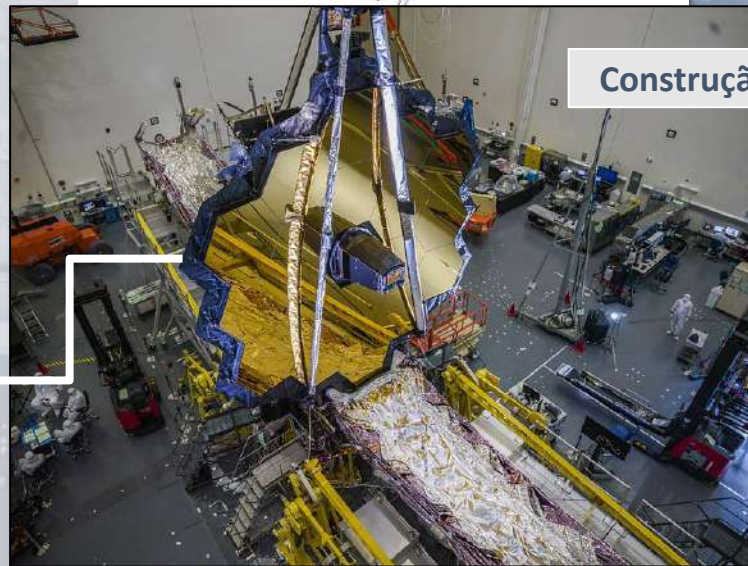
*Problema Científico*

*Desenvolvimento de tecnologia aplicada*

Projeto



Construção



Hubble



James Webb

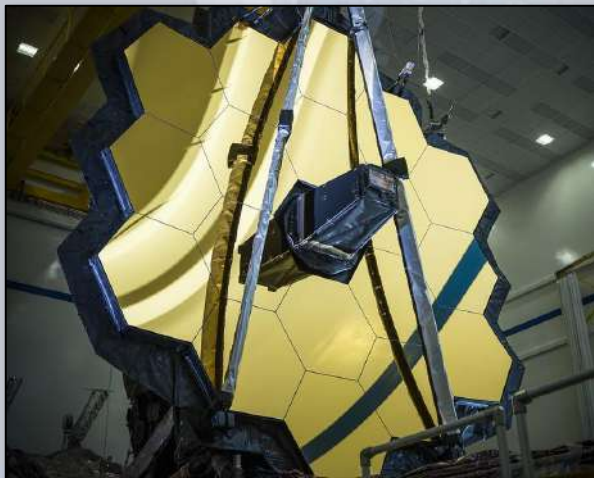


<https://gizmodo.uol.com.br/como-o-telescopio-james-webb-se-diferencia-do-hubble-compare-as-fotos/>

<https://www.flickr.com/photos/nasawebbtelescope/50120691277/in/album-72157629134274763/>

A pesquisa científica requer investimentos em equipamentos específicos para aumentar a capacidade de observar e medir fenômenos naturais.

Avançar a fronteira do conhecimento científico através da expansão da capacidade de observação ou experimentação.



<https://jwst-docs.stsci.edu/>

*Mid-Infrared Instrument (MIRI)*

*Near Infrared Camera (NIRCam)*

*Near Infrared Imager and Slitless Spectrograph (NIRISS)*

*Near Infrared Spectrograph (NIRSpec)*

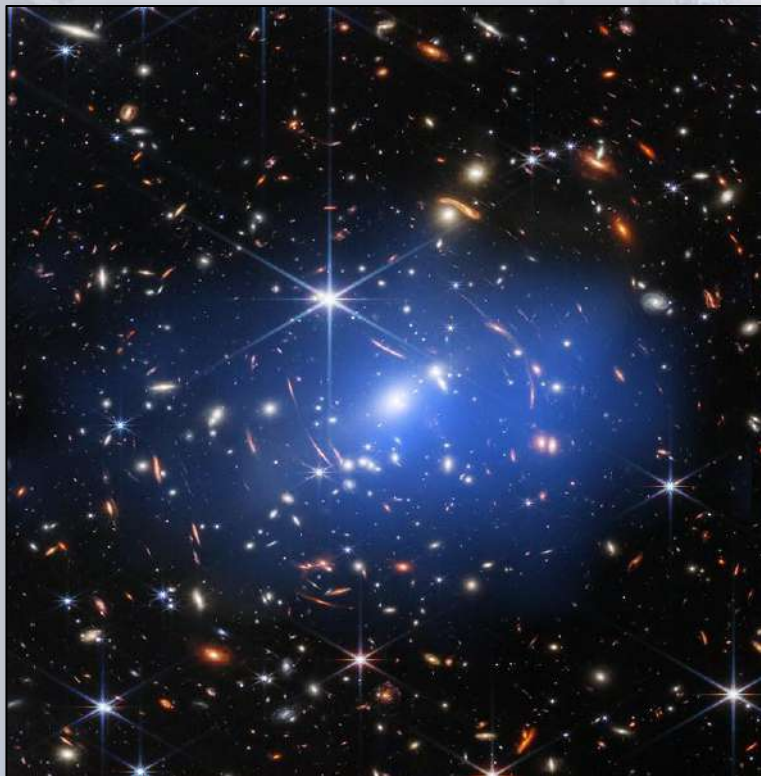
**Instrumentação Científica**

***Desenvolver instrumentos ou processos técnicos com base científica.***

Criar avançadas técnicas versáteis para observar ou medir fenômenos que anteriormente não eram observáveis ou mensuráveis.

***Instrumentação Científica → aplicação na própria ciência ou em necessidades da indústria.***





<https://www.flickr.com/photos/nasawebbtelescope/>

**“O Webb tem como objetivo detectar as primeiras estrelas e galáxias que nasceram no universo primitivo, uma região do cosmos que ainda não vimos”**

<https://nasa.tumblr.com/post/188255934649/the-science-goals-of-the-james-webb-space>

**Dr. John Mather**

**Rever ou consolidar teorias** como a expansão do universo, matéria e energia escuras, investigar a composição de galáxias e outros objetos astronômicos



**Quantidade massiva de dados**

## Ganhadores do Desafio Internacional de Astrofísica / 2020

### Desafio internacional para identificar sistemas de lentes gravitacionais em imagens simuladas

A equipe que trabalha para a indústria contribuiu para o projeto científico.

#### Developing a Victorious Strategy to the Second Strong Gravitational Lensing Data Challenge

C. R. Bom<sup>a,b</sup>, B. M. O. Fraga<sup>a</sup>, L. O. Dias<sup>a</sup>, P. Schubert<sup>a,1</sup>, M. Blanco Valentin<sup>a,2</sup>, C. Furlanetto<sup>a</sup>, M. Makler<sup>a,c</sup>, K. Teles<sup>a</sup>, M. Portes de Albuquerque<sup>a</sup>, R. Benton Metcalf<sup>a,8</sup>

<sup>a</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rua Dr. Xavier Sigaud 150, CEP 22290-180, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>b</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rodovia Mário Covas, lote 12, quadra J, CEP 23810-000, Itaguaí, RJ, Brazil

<sup>c</sup>International Center for Advanced Studies & Instituto de Ciencias Físicas, ECT-UNSAM & CONICET, 25 de Mayo y Francia, C.P.: 1650, San Martín, Buenos Aires, Argentina

<sup>d</sup>Electrical and Computer Engineering Department, McCormick School, Northwestern University, 633 Clark St, Evanston, IL 60208

<sup>e</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Física, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>f</sup>Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna, via Gobetti 93/2, I-40129 Bologna, Italy

<sup>g</sup>INAF - Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna, via Gobetti 93/3, I-40129 Bologna, Italy

#### Abstract

Strong Lensing is a powerful probe of the matter distribution in galaxies and galaxy clusters and a relevant tool for cosmography. Analyses of strong gravitational lenses with Deep Learning (DL) and Convolutional Neural Networks (CNNs) have become a popular approach due to these astronomical objects' rarity and image complexity. Next-generation surveys (both ground and space-based) will provide more opportunities to derive science from these objects and an increasing data volume to be analyzed. However, finding strong lenses is challenging, as their number densities are orders of magnitude below those of galaxies. Therefore, specific Strong Lensing search algorithms are required to discover the highest number of systems possible, with high purity and low false alarm rate to minimize human intervention. The need for better algorithms has prompted the development of an open community data science competition named Strong Gravitational Lensing Challenge (SGLC) by the Bologna group. In this work, we present the Deep Learning strategies and methodology used to design the highest-scoring algorithm in the II SGLC, which was based on Euclid-like simulations. We discuss the approach used for this dataset, the choice for a suitable architecture, particularly the use of a network with two branches to work with images in different resolutions, and its optimization. We also discuss the limit of what is a detectable lens system, the lessons learned, and prospects for the definition of a tailor-made architecture in a survey in contrast to a general one. Finally, we release the models, including the network weights and pipeline, and discuss the best choice to easily adapt the model to new data, faster, efficient, and to take a step towards

Keywords: strong

**Monthly Notices**  
of the Royal Astronomical Society

#### Lithology identification in carbonate thin section images of the Brazilian pre-salt reservoirs by the computational vision and deep learning

E. L. Faria<sup>1</sup>, Juliana. M. Coelho<sup>1</sup>, Thais F. Matos<sup>2</sup>, Bernardo C. C. Santos<sup>2</sup>, Willian A. Trevizan<sup>2</sup>, J. L. Gonzalez<sup>3</sup>, Clécio R. Bom<sup>1,4</sup>, Márcio P. de Albuquerque<sup>1</sup>, Marcelo P. de Albuquerque<sup>1</sup>

Received: 7 February 2022 / Accepted: 19 July 2022

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2022

#### Abstract

Currently, the computer vision area, which represents one of the subfields of artificial intelligence and machine learning, has been widely used to process data in the oil and gas industry. In this context, the detection of specific properties inside carbonate rocks in different datasets from petroleum reservoirs represents a considerable challenge, that consumes enormous resources and time. Therefore, the automatic separation of the lithologies within rocks of reservoirs has attracted the increasing attention of many research groups. The consistent classification of these lithologies is the main factor for the construction of reliable depositional, diagenetic, and reservoir models. This work deals with this last issue by presenting the development of a technique for the automatic classification of carbonate thin sections obtained from plane-polarized and cross-polarized microscopy images corresponding to natural rocks belonging to the Brazilian pre-salt reservoir. Our proposed model transforms the analyzed images into structured data by defining texture parameters (Haralick parameters), and Wavelets transforms. Later, a stacked autoencoder neural network is used to eliminate images with anomalies and/or distortions in order to define relevant characteristics of the data. This stage is followed by supervised classifier called multilayer feed-forward neural network. The definition of the model's hyperparameters is tuned by Bayesian optimization and the Gaussian process. For training and testing of the network, images of 570 thin sections were used (each image obtained with plane-polarized and cross-polarized microscopy). The model achieved an accuracy of 83% for the test samples, confirming the effectiveness of the proposed methodology.

Keywords Carbonate thin

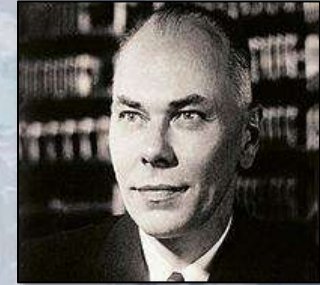
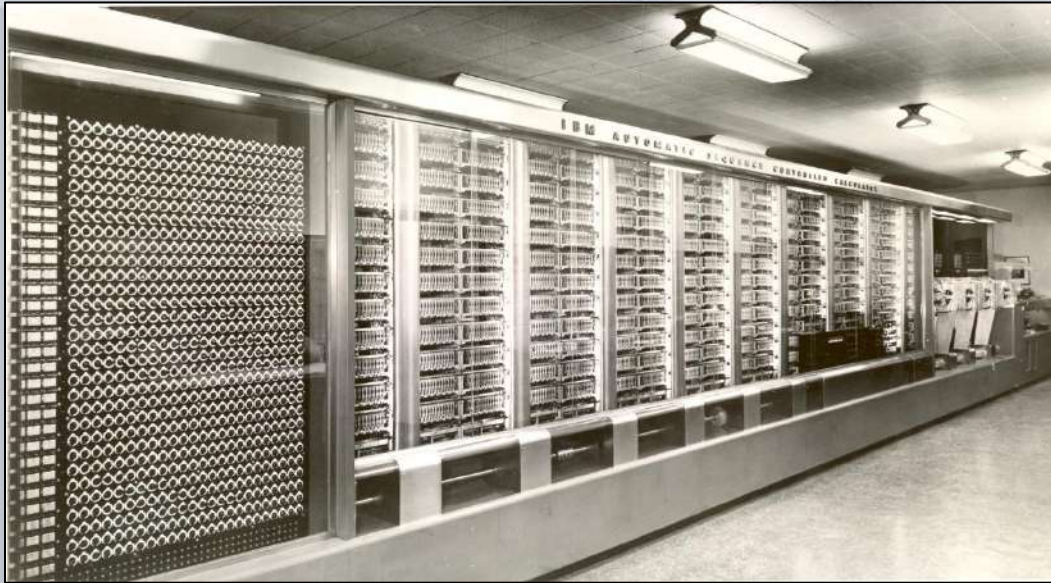


**Computational Geosciences**  
Modeling, Simulation and Data Analysis

tion



The **Mark I**, formerly called Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC)



**Howard  
Aiken**

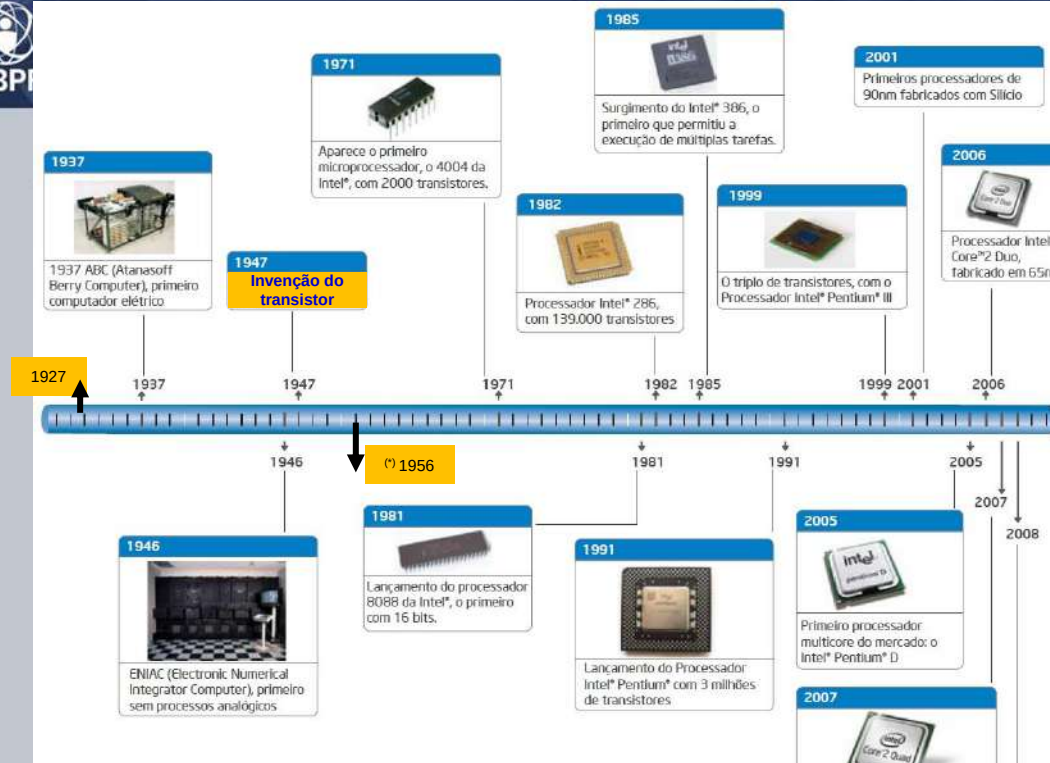
Doutor em Física  
Universidade de Harvard

fully built in  
electromechanical  
components

**1943-1944**

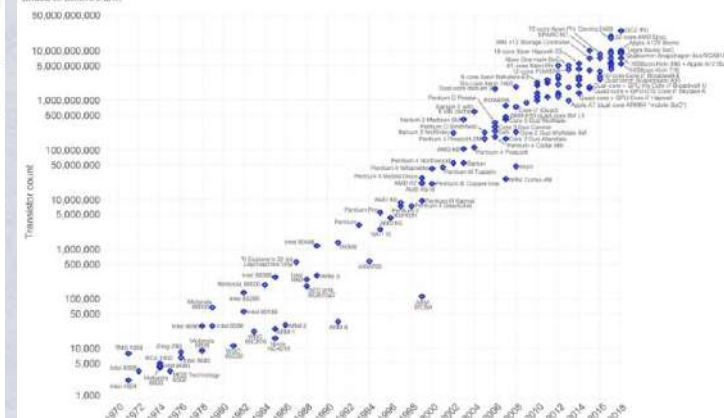
Projetado em 1937 por um estudante de graduação de Harvard para resolver problemas avançados de física.

Aiken discutiu sua ideia com vários fabricantes, acabou encontrando o interesse na IBM, uma empresa especializada em máquinas de calcular e sistemas de cartões perfurados.



## Moore's Law – The number of transistors on integrated circuit chips (1971-2018)

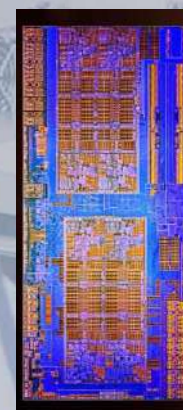
Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistions on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important as other aspects of technological progress – such as processing speed or the price of electronic products – are linked to Moore's law.



Data source: Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor\\_count](https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count)). The data visualization is available at OurWorldInData.org. There you find more visualizations and research on this topic. Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

## 2018 - Era 7nm

AMD Epyc Rome  
~40 bilhões de transistores



## (\*) 1956 - Invenção do Transistor

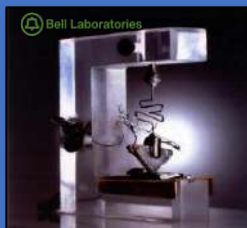
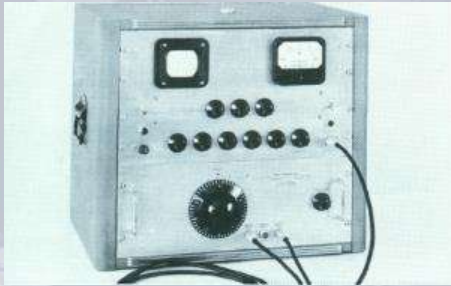


Foto: John Bardeen, William Shockley e Walter Brattain, os inventores do transistor. Premio Nobel Física 1956



## Fenômeno físico da RMN

- **1930** – I. I. Rabi desenvolveu um método para a medição das propriedades magnéticas dos núcleos atômicos
- **1946** – Block e Purcell → Artigos da Physics Review
- **1977** – Primeira Imagem por RMN em um ser humano.



**1949 – Varian F6:** primeiro medidor de fluxo nuclear comercializado empregando os princípios da RMN.

## Ganhadores do Prêmio Nobel (NMR)

1. Otto Stern, USA: Nobel Prize in Physics 1943
2. Isidor I. Rabi, USA: Nobel Prize in Physics 1944
3. F. Bloch and E. M. Purcell, USA: Nobel Prize in Physics 1952
4. Richard R. Ernst, Switzerland: Nobel Prize in Chemistry 1991
5. Kurt Wüthrich, Switzerland: Nobel Prize in Chemistry 2002
6. P. C. Lauterbur, USA; P. Mansfield, UK: Nobel Prize in Physiology or Medicine 2003



**Atualmente:** qualidade excepcional da imagem; maior velocidade de aquisição; facilidade e proteção do paciente.

## Medicina:

- Raios-X, RMN
- PET-CT (Tomografia por Emissão de Pósitrons)

## Materiais e biologia → Radiação Síncrotron

## Semicondutores

- Litografia → Nanotecnologia
- Medição indispensável na fabricação de dispositivos microeletrônicos → Microscópio Eletrônico de Varredura

## Controle de processo industrial

## Sensoriamento robótico

## Softwares

**Alto vácuo** → produção, medição e manutenção em volumes cada vez maiores;

## Técnicas criogênicas

## Imãs supercondutores em escala industrial

**TIC** → Fibras óticas e Laser

**Benefícios da atividade de pesquisa são distintos daquelas que tem origem no conhecimento científico puro e as eventuais aplicações desse conhecimento.**

## Óleo e Gás



Medida de Resistividade durante a perfuração de poço de petróleo.



RMN permite medida em tempo real para localizar e identificar fluidos.

<http://www.bakerhughes.com/products-and-services/evaluation/logging-while-drilling/eval-magtrak-magnetic-resonance>



## Física para um Brasil Competitivo

Estudo encomendado pela Capes visando maior inclusão da física na vida do País

Brasília, Junho de 2007

“A **capacidade de gerar sua própria instrumentação** é um elemento **essencial** para que uma comunidade científica **gere sua própria agenda** e não emule simplesmente as agendas externas.

É o que define a **maturidade científica de uma comunidade**. No Brasil ainda temos muito a avançar no desenvolvimento de instrumentação.

São os **desafios científicos** o que mobiliza a **instrumentação científica**, e sua realização exige quadros bem treinados, com laboratórios e oficinas apropriadas e diversidade de formação.”

2012 – Sociedade Brasileira de Física fez um relatório sobre “Física e Desenvolvimento Nacional”:

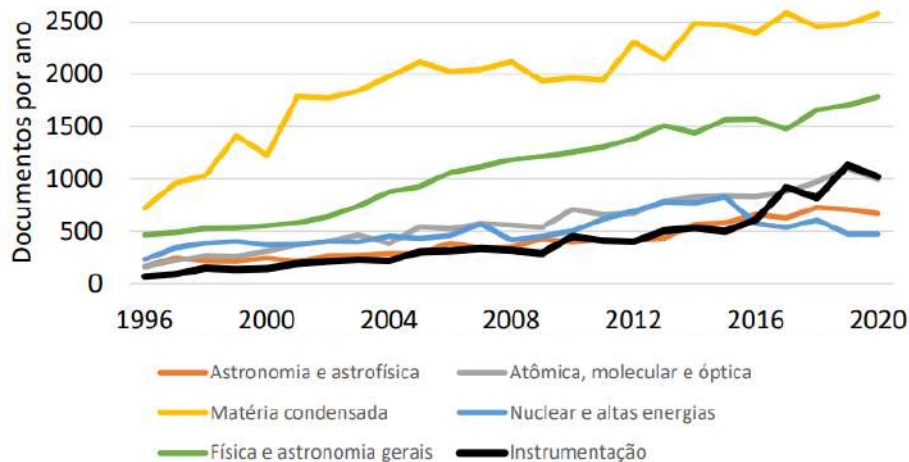
**“Instrumentação científica e laboratórios multiusuários foram identificados como os principais gargalos, mas importante para aumentar as interações com o setor industrial e de negócios.”**

| Instrumentação científica  | 24% |
|----------------------------|-----|
| Registros de patentes      | 16% |
| Programa espacial          | 9%  |
| Laboratórios Multiusuários | 25% |
| Computação Larga escala    | 15% |
| Programa nuclear           | 8%  |
| Outros                     | 4%  |

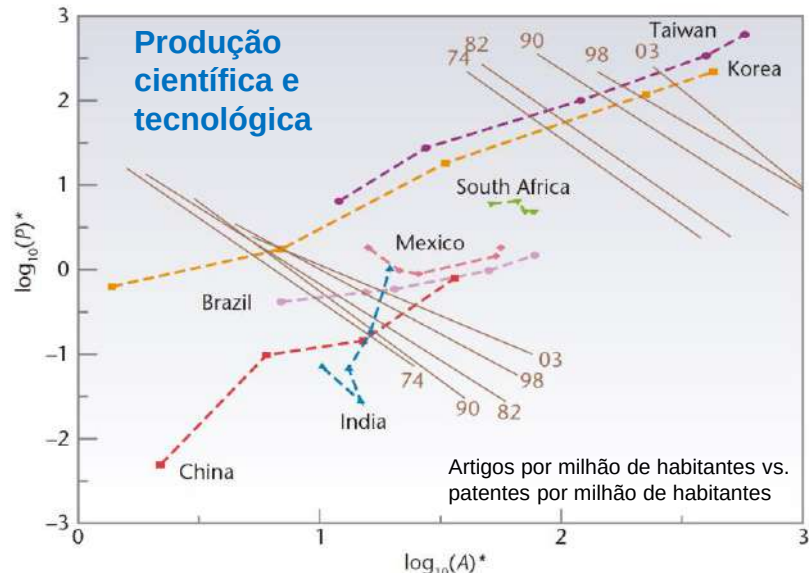
2020 – Sociedade Brasileira de Física mostra os “Números da Física no Brasil”

*“Observa-se o notável avanço de instrumentação nos últimos anos, mudando o perfil de pesquisa dos últimos dois anos consideravelmente, considerando um aumento bem mais lento nas outras subáreas.”*

Produção científica Brasil por subárea (classificação Scopus)



<https://sbfisica.org.br/v1/sbf/wp-content/uploads/2022/08/Numeros-da-Fisica-Brasil-2020.pdf>



Science in the Developing World: Running Twice as Fast?  
[Computing in Science and Engineering](#) 8(4):81-87 DOI:[10.1109/MCSE.2006.75](https://doi.org/10.1109/MCSE.2006.75)



## Tradição em Instrumentação Científica e Tecnológica



Instrumentação para  
Aceleradores Lineares



Instrumentação  
Eletrônica



1980 – Sistema de aquisição de  
dados e controle de  
experimentos



2000 - Magnetron  
sputtering



2012– Instrumentação  
para Neutrinos



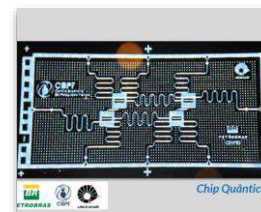
2016 - Sensores SiPM (LHCb)



2019 – HPC multiGPUs Para IA



2020 – Instrumentação para  
Sistema de Detecção



2021 – Chip Quântico



2022 – SWGO - Produto para  
segmento Agrícola

**Treina e capacita profissionais para trabalhar em diferentes segmentos e empresas no desenvolvimento de tecnologia:**

- Construção de equipamentos, dispositivos, *software*, protótipos, etc.
- Automação de experimentos e processos industriais
- Ferramentas para medidas quantitativas (elétrica, térmica, magnética, etc.)

**O desenvolvimento de processos de alta tecnologia e novos instrumentos podem fazer a indústria se tornar mais competitiva**

**CAPES confirma excelência do CBPF na pós-graduação**

**O Programa Profissional foi promovido e recebeu a nota máxima 5 (cinco)**



**Média de 92 publicações por ano no período de 2017 a 2020.**

**73 dissertações defendidas no período de 2000 a 2020.**



# Núcleo de Inovação Tecnológica

Promove e acompanha o relacionamento do CBPF com o setor produtivo



Núcleo de Inovação Tecnológica das Unidades de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

**Coordenação  
Geral**  
(sede CBPF)

**Propriedade  
Intelectual**

**Mecanismos Legais  
para Inovação**

**Prospecção  
Tecnológica**

**Empreendedorismo**



Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas



Centro de Tecnologia Mineral



Instituto Brasileiro de Informação  
em Ciência e Tecnologia



Instituto Nacional de  
Matemática Pura e Aplicada



Instituto Nacional de Tecnologia



Laboratório Nacional de  
Computação Científica



Museu de Astronomia e  
Ciências Afins



Observatório Nacional

<http://www.nitrio.org.br>





Plataforma Nacional  
de Infraestrutura de Pesquisa MCTI

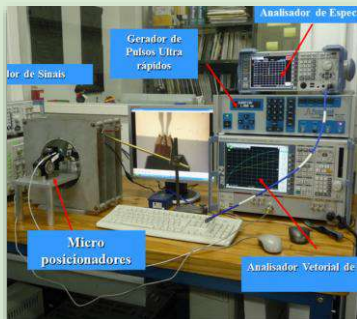
## O que é a Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa – MCTI

A Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa – MCTI (PNIFE) é um instrumento que tem por objetivo mapear e reunir, de maneira sistemática, informações sobre a infraestrutura de pesquisa nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) no País, possibilitando o acesso da comunidade científica/tecnológica e de empresas às instalações laboratoriais e aos equipamentos de pesquisa existentes e promovendo seu uso compartilhado.

### CBPF - 22 Laboratórios Multiusuários Disponíveis na PNIFE



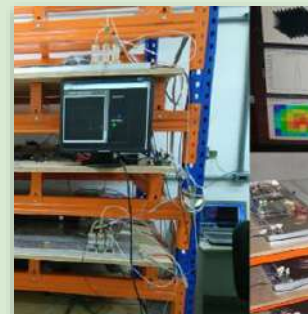
**LABNANO/CBPF** - Laboratório Multiusuário de Nanociências e Nanotecnologia



**LMAG/CBPF** - Laboratório de Magnetismo Aplicado



**LITCOMP/CBPF** - Laboratório de Instrumentação e Tecnologia de Computação



**LCD/CBPF** - Laboratório de Caracterização de Detetores



**RMN/CBPF** - Ressonância Magnética

# CBPF no presente



FUNDAÇÃO DE APOIO AO  
DESENVOLVIMENTO DA  
COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA

- **P&D em parceria com a indústria (Marco Legal da CT&I)**

- NMR/Computação Quântica para Petrofísica;
- Inteligência Artificial e Deep Learning para Petrofísica e Geofísica;
- Nanotecnologia para a indústria de O&G



- Novos materiais e técnicas para implantes médicos



- Ressonância magnética em micro e nanoescala



- Novos Materiais, Nanotecnologia e Dispositivos Magnéticos



- Estrutura Mecânica do Array de Telescópios Cherenkov



- Física de Superfície para Mineração



- Tanques com Isolamento Térmico (SWG0)



*“Introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho”.*

Lei 13.243/16 – Novo Marco Legal de CTI

**Fazer inovação não é só desenvolver tecnologia!**

***“Inovação é a exploração **com sucesso** de novas ideias no mercado.”***

*Innovation Report  
Forum for Science, Industry and Business*



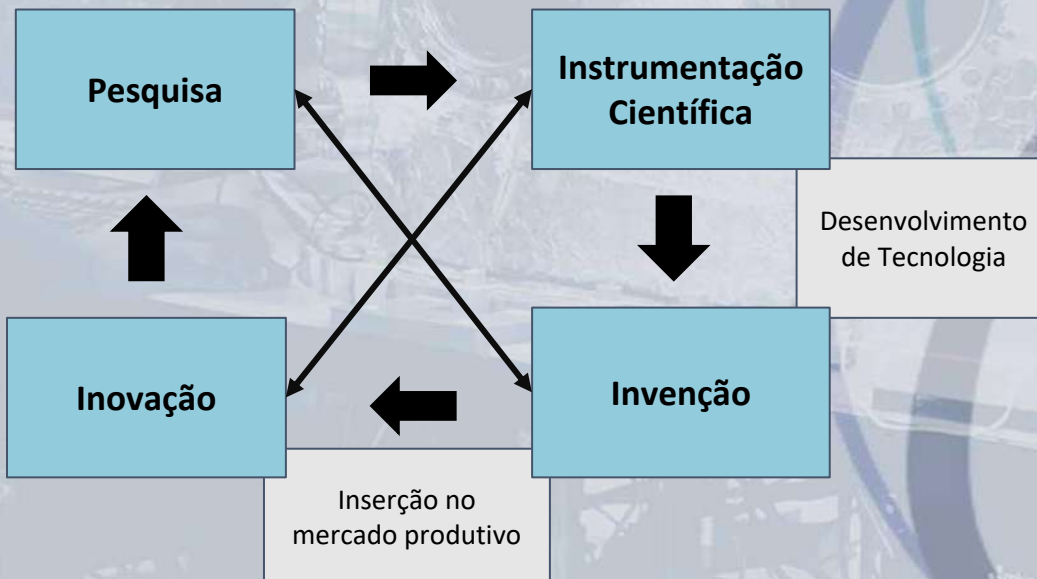
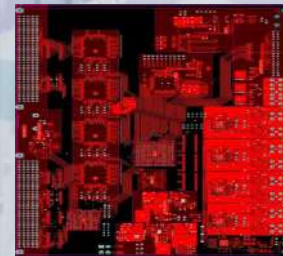
***Orientação e padronização de conceitos e metodologias.***



O CBPF tem estimulado o desenvolvimento tecnológico, a transferência de conhecimento e a parceria em pesquisas com instituições e empresas.

Para fortalecer essas atividades, o CBPF vem atuando em:

- **Mestrado Profissional em Física - Instrumentação Científica**
- **Laboratórios Multiusuários**
- **Núcleo de Inovação Tecnológica**



**Qual o interesse da**

**INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA E INOVAÇÃO**

**para o país?**

## Classificação internacional das atividades econômicas

### ▪ Agrupamentos das atividades intensivas em tecnologia:

- Alta
- Média-Alta
- Média
- Média-Baixa
- Baixa Tecnologia

Grupos se distinguem por ter diferentes níveis de utilização de P&D em relação a produção.

### Reflete indiretamente o desenvolvimento da indústria

Mais tecnologia e P&D

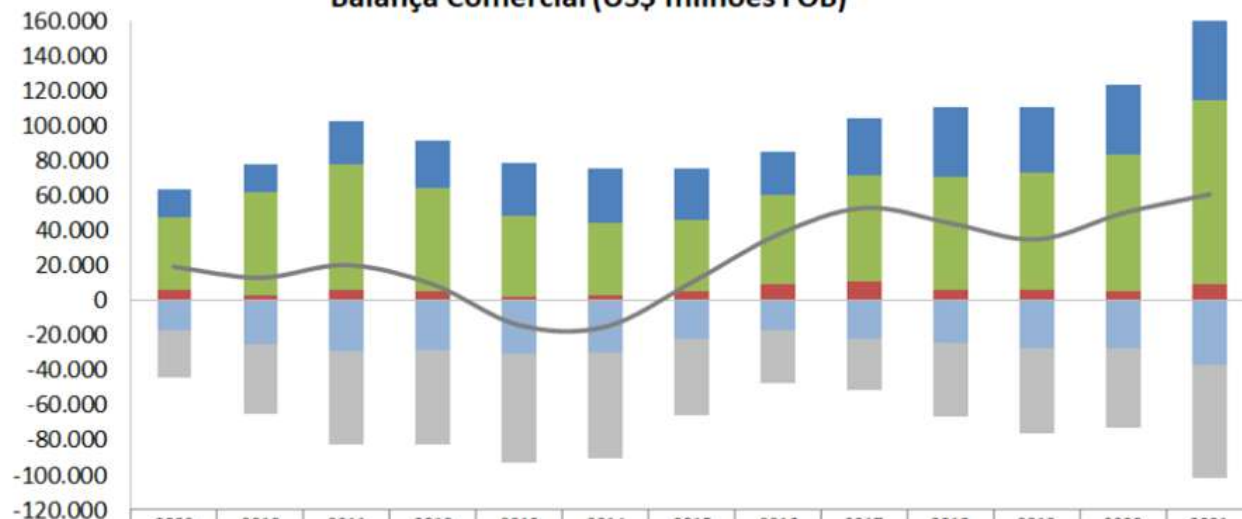
- Maior qualificação dos trabalhadores
- Maior valor agregado na produção

| Classificação em P&D | Atividade                                                                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Fabricação de aeronaves                                                   |
| 2                    | Pesquisa e desenvolvimento científico                                     |
| 3                    | Publicação de programas de Informática                                    |
| 4                    | Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos                      |
| 5                    | Fabricação de equipamentos de Informática, produtos eletrônicos e ópticos |

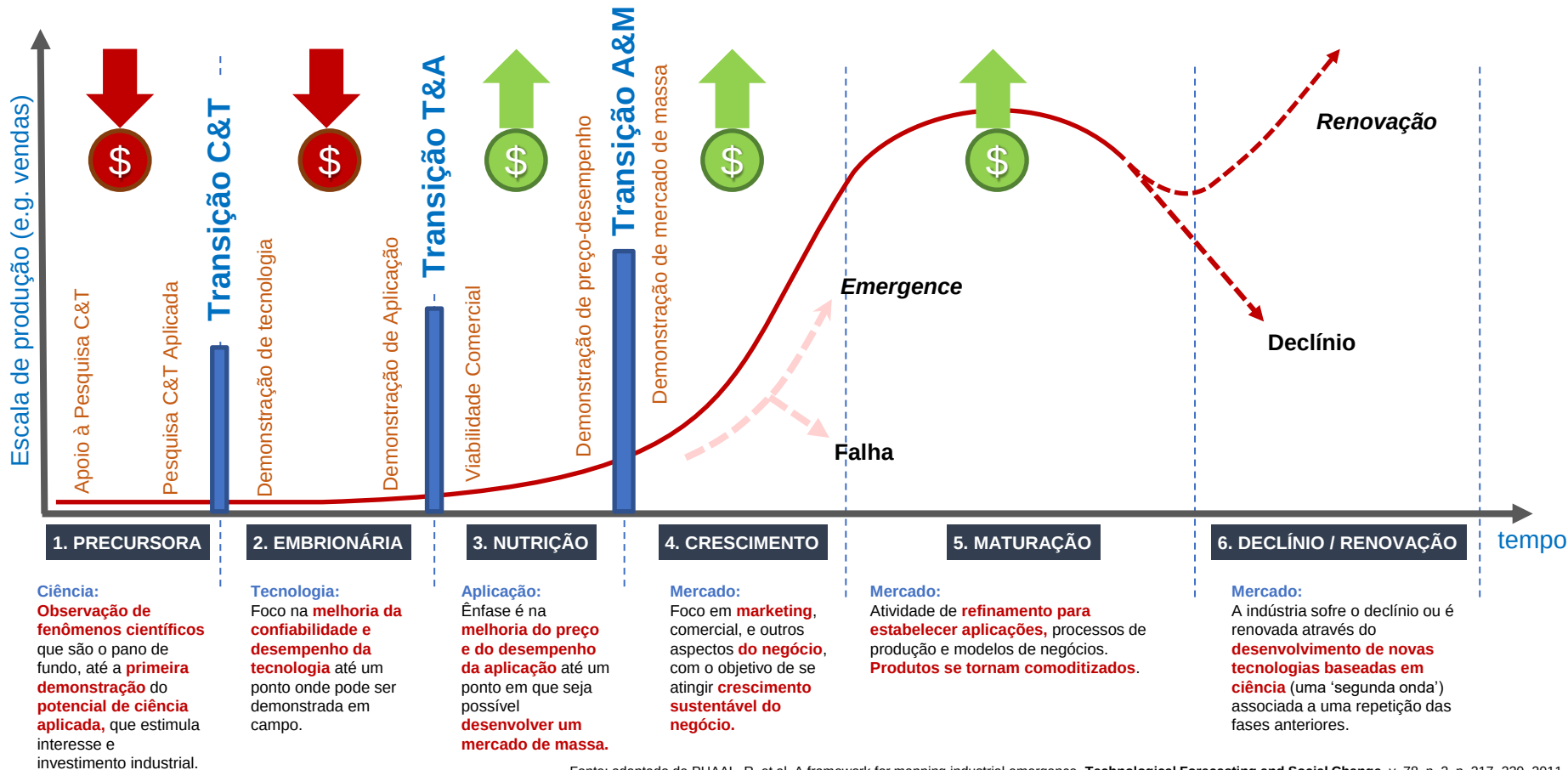
[https://www.iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_1128.html](https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_1128.html)



**Brasil - Produtos por Intensidade Tecnológica das Atividades**  
**Balança Comercial (US\$ milhões FOB)**



Fonte: Comex Stat. Elaboração própria com base em classificação da OCDE.



*Para promover o crescimento do PIB é necessário realizar investimentos em P&D e no capital humano por meio da formação e educação, mas não "jogando dinheiro" nessas áreas.*

*Temos que agir estrategicamente, aumentando a competência e a capacidade das instituições governamentais e das instituições do setor privado.*

*Pensar estrategicamente sobre como catalisar investimentos e criar parcerias entre o setor público e o privado*

**Mariana Mazzucato em entrevista à Globonews**

<https://www.youtube.com/watch?v=9VMVoUnoo7A&t=979s>

Mariana Mazzucato is Professor in the Economics of Innovation and Public Value at University College London where she is the founding director of the UCL Institute for Innovation and Public Purpose.

<https://marianamazzucato.com/>



Uma análise que mostra que o Estado tem sido crucial nas revoluções tecnológicas do mundo.





**CBPF**  
Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas

# OBRIGADO!

**4<sup>a</sup> O2I**

**OFICINA**  
**DE INSTRUMENTAÇÃO E INOVAÇÃO**

## INSTRUMENTAÇÃO E INOVAÇÃO

**Suporte criativo:**

Victor Galvão e  
Gabriel Fidalgo

Marcelo Portes de Albuquerque  
marcelo@cbpf.br

Rio de Janeiro, 16 a 18 de Novembro de 2022.