

**N° 180210**

**Ciência brasileira e inovação: como pesquisas interdisciplinares impactam o nosso dia a dia**

**Gilmar Alves de Almeida**

*Palestra apresentada no  
Colégio da Comunidade,  
Unidade Vila Carrão. 29  
slides.*

“Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**

L I D E R A N D O O F U T U R O



# Ciência Brasileira e Inovação

C o m o P e s q u i s a s  
I n t e r d i s c i p l i n a r e s I m p a c t a m  
n o s s o D i a a D i a

Professor: Gilmar Almeida



# O QUE É IPT?

 **+125 ANOS**  
DE HISTÓRIA E INOVAÇÃO



## LABORATÓRIOS E PESQUISA

~39 laboratórios especializados em infraestrutura, energia, materiais e meio ambiente.



## INOVAÇÃO E PARCERIAS

IPT Open: conecta startups, empresas e pesquisadores para desenvolver tecnologias.



## ENSINO TECNOLÓGICO

Cursos de pós-graduação e formação técnica voltados para as demandas da indústria.



## HISTÓRIA E PROPÓSITO

Fundado em 1899, é um pilar no desenvolvimento tecnológico paulista e nacional.



# ipt

CIÊNCIA QUE TRANSFORMA A SOCIEDADE



## SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS


para indústrias, governos e para a vida das pessoas.



 INFRAESTRUTURA	 ENERGIA	 MATERIAIS	 MEIO AMBIENTE	 INDÚSTRIA	 SAÚDE	 TECNOLOGIAS DIGITAIS
---	--	---	--	--	--	---

# Localização

Av. Professor Almeida Prado, 532- Cidade  
Universitária, Butantã



INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

## Campus de São Paulo

67 prédios distribuídos em  
113 mil m<sup>2</sup> de área construída



# UNIDADES DE NEGÓCIOS



**BIONANOMANUFATURA**



**CIDADES,  
INFRAESTRUTURA  
E MEIO AMBIENTE**



**ENERGIA**



**ENSINO  
TECNOLÓGICO**



**HABITAÇÃO E  
EDIFICAÇÕES**



**MATERIAIS  
AVANÇADOS**



**TECNOLOGIAS  
DIGITAIS**



**TECNOLOGIAS  
REGULATÓRIAS E  
METROLÓGICAS**



# PRINCIPAIS PARCEIROS – MA (Laboratório de Processos Metalúrgicos)

## EMPRESAS



## ICTs



## FOMENTO



# LINHA DO TEMPO- Unidade de Materiais Avançados



## MUDANÇA PARA O BUTANTÃ

Construção dos prédios 3, 4 e 5.  
Instalação do Heroult



## UNIÃO E DIVISÃO

União dos laboratórios:  
LMMC  
Tratamento de minérios  
vai para CTGeo



## UMA NOVA FASE

Novas competências em  
manufatura aditiva e  
destaque na indústria de  
mineração

1910s

1930s

1980s

2009

2012

2025

## PRIMEIRAS ATIVIDADES

Primeiras atividades no antigo laboratório de ensaios de materiais



## OPERAÇÃO

DIMET  
DITRAM



## UNIÃO

União com tratamento de minérios  
Criação do LPM como conhecemos hoje



# PRINCIPAIS SOLUÇÕES

## NOVAS ROTAS TECNOLÓGICAS

Beneficiamento mineral, aglomeração de finos e metalurgia extrativa



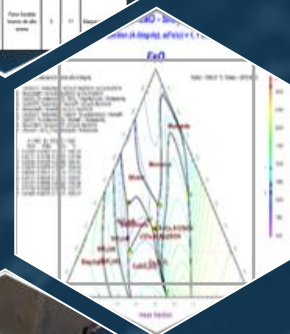
Amostra	Microestrutura	Tempo de teste	Resultado	Observações
1		10 min	1.1	Alta produtividade
2		15 min	1.8	Consistência melhorada
3		20 min	2.5	Maior eficiência
4		25 min	3.2	Menor custo por tonelada
5		30 min	4.0	Ótimo resultado

## ENSAIOS E AVALIAÇÕES TÉCNICAS

Análise e desempenho de ligas:  
corpos moedores e ferramentas  
Caracterização físico-química e microestrutural

## NOVAS LIGAS METÁLICAS

Ligas especiais, resistentes ao desgaste e à corrosão, pós metálicos para manufatura aditiva, produtos e processos para conformação



## RELATÓRIOS E ESTUDOS TÉCNICOS

Estudos cinéticos, termodinâmicos, microestrutural e pareceres técnicos

## DIAGNÓSTICO DE PROCESSOS

Avaliação crítica e melhoria de processos existentes

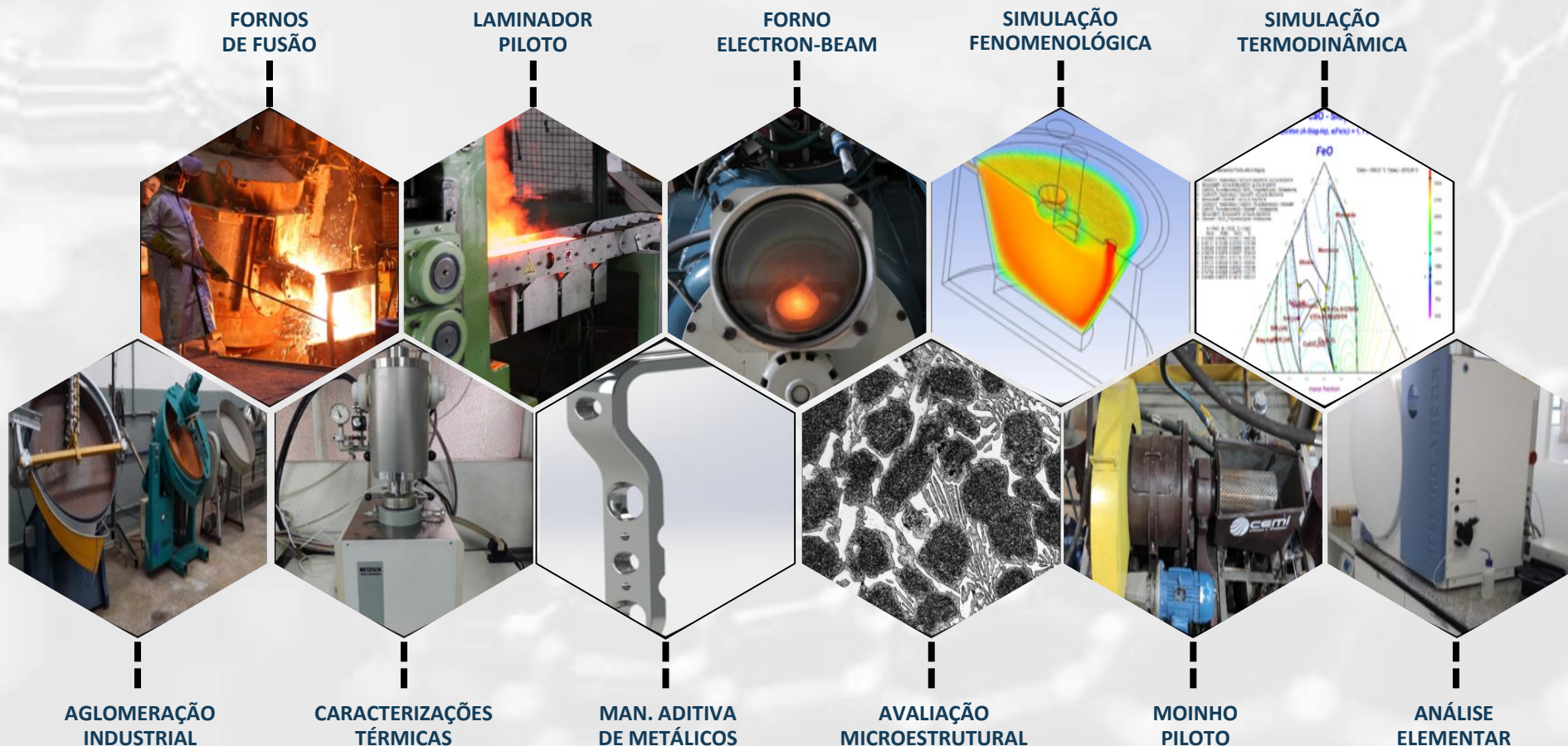


## TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Know-how incorporado a processos industriais

# INFRAESTRUTURA

- 6 mil m<sup>2</sup> divididos em 5 prédios



# LINHAS DE ATUAÇÃO

## TRATAMENTO DE MINÉRIOS E RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Beneficiamento mineral, aglomeração e reaproveitamento de resíduos e rejeitos.

## PROCESSOS, MATERIAIS SUSTENTÁVEIS E CIRCULARIDADE

Rotas tecnológicas de baixa emissão, materiais que apoiam a transição energética, mineração urbana e reciclagem avançada

## MODELAGEM FÍSICA E COMPUTACIONAL

Prototipagem física, planta piloto e modelagem matemática.



## PROCESSOS E TECNOLOGIAS METALÚRGICAS

Soluções em metalurgia extrativa, desenvolvimento de ligas metálicas especiais, manufatura aditiva e processamento termomecânico

## CARACTERIZAÇÃO AVANÇADA DE MATERIAIS

Análise elementar, caracterização mineralógica, microestrutural e propriedades mecânicas.

# COMO ALCANÇAR A SOCIEDADE ATRAVÉS DA CIÊNCIA?



# COMO ALCANÇAR A SOCIEDADE ATRAVÉS DA CIÊNCIA?



**MODIFICANDO ROTAS!**



**NOVOS PROJETOS NOS INSTIGAM A PENSAR DE MANEIRA INTERDISCIPLINAR, AUMENTANDO O IMPACTO NA SOCIEDADE, TRANSFORMANDO VIDAS.**

# COMO ALCANÇAR A SOCIEDADE ATRAVÉS DA CIÊNCIA?



Mantendo o foco em pessoas!



# DOMÍNIO DA CADEIA PRODUTIVA DE SUPERÍMÃS



# DOMÍNIO DA CADEIA PRODUTIVA DE SUPERÍMÃS (ETRS)



Terras raras (Antiga definição)

- Grupo de natureza metálica com abundância consideravelmente alta
- Isolados a partir de seus minerais na forma de óxidos (TERRA)
- Inicialmente encontrados em Ytterby, Suécia, possuem separações relativamente complexas. (RARA)

# DOMÍNIO DA CADEIA PRODUTIVA DE SUPERÍMÃS (ETRS)



- Metais terras raras- definição IUPAC:
- Série dos lantanídeos somados aos elementos escândio e ítrio, que tem início no Ce e término no Lu, possuindo números atômicos de 58 a 71.

# DOMÍNIO DA CADEIA PRODUTIVA DE SUPERÍMÃS (ETRS)



1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 +	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 +	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

+	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
+	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

# ELEMENTOS TERRAS RARAS

PEQUENOS NA NATUREZA, GIGANTES NA TECNOLOGIA.

Os elementos terras raras (ETR) são um grupo de 17 elementos químicos essenciais para inúmeras tecnologias modernas. Suas propriedades únicas permitem aplicações estratégicas em setores que impulsionam o desenvolvimento sustentável e a inovação no mundo.

## OS 17 ELEMENTOS TERRAS RARAS

LANTANÍDEOS

La Ce Pr Nd Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

+ ESCÂNDIO (Sc) E ÍTRIO (Y)

Sc Y



## ESTRATÉGICOS PARA O FUTURO

- Transição energética
- Transformação digital
- Indústria avançada
- Defesa e aeroespacial
- Saúde e bem-estar

### 2 CRAQUEAMENTO DE PETRÓLEO

Catalisadores à base de terras raras aumentam a eficiência e reduzem emissões na produção de combustíveis mais limpos.



### 3 PRODUÇÃO DE VIDROS

Melhoram o polimento, a coloração e a proteção contra radiação UV em vidros especiais.



### 4 POLIMENTOS

Óxidos de terras raras são amplamente utilizados para polir lentes, telas, fibras ópticas e componentes eletrônicos com altíssimo desempenho.



### 5 BATERIAS NIQUEL-HIDRETO METÁLICO (NiMH)

Ligas de terras raras aumentam a capacidade de armazenamento, durabilidade e eficiência.



### 1 IMÃS PERMANENTES

Produzem imãs extremamente fortes e leves, essenciais para diversas tecnologias.



Tubos de raios X

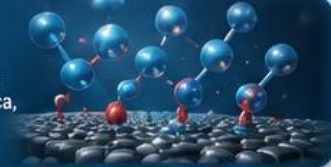
Motores de carros elétricos

Usinas eólicas

Ressonância magnética

### 8 CATALISADORES

Utilizados em reações químicas importantes na indústria química, automotiva e de refino.



### 9 LIGAS METÁLICAS

Aumentam a resistência ao calor, a corrosão e o desempenho de superligas usadas na indústria aeroespacial e de defesa.



### 10 DEFESA E AEROESPACIAL

Aplicados em sistemas de guiagem, radar, visão noturna, lasers e componentes de alta performance.



## APLICAÇÕES DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS



### 6 CERÂMICAS DE ALTA RESISTÊNCIA E DIELÉTRICOS

Proporcionam maior estabilidade térmica, resistência mecânica e propriedades elétricas superiores em capacitores, sensores e isoladores.



### 7 LUMINÓFOROS

Essenciais para a produção de cores em telas, lâmpadas LED, fluorescentes, lasers e displays.



## OUTRAS APLICAÇÕES IMPORTANTES



### ELETRÔNICOS

Smartphones, fones, computadores e hard drives.



### FIBRA ÓPTICA

Amplificadores de sinal e comunicação de alta velocidade.



### ENERGIA SOLAR

Melhora a eficiência de células solares e sistemas fotovoltaicos.



### VEÍCULOS ELÉTRICOS

Motores, baterias e componentes eletrônicos de alta eficiência.



### MEDICINA

Contrastes para exames de imagem e terapias avançadas.



### MEIO AMBIENTE

Catalisadores para controle de poluentes e tecnologias de reciclagem.



### PESQUISA E CIÊNCIA

Utilizados em lasers, imãs, detectores e equipamentos científicos.



Os elementos terras raras estão presentes em tecnologias que melhoram a qualidade de vida e impulsionam o futuro sustentável do planeta.

# Linha do tempo: produção de Terras Raras no Brasil (1890–2026)



A produção de Terras Raras no Brasil evoluiu de atividades iniciais em praias para pesquisas avançadas e foco em valor agregado, inovação e sustentabilidade.

1890s



Extração de monazita em praias (Prado, BA)

1940s



Produção industrial por ORQUIMA (USAM)

1950s



Expansão processamento de monazita

1960s



Reorganização institucional; foco nuclear

1970s–1980s



Produção concentrada em concentrados; declínio óxidos puros

1980s–1990s



Domínio histórico dos EUA (Mountain Pass) até declínio

1990s–2000s



Ascensão da China como principal produtora e processadora

2000s



Retomada acadêmica e pesquisas sobre depósitos continentais

2010–2015



Mapeamentos CPRM; identificação de reservas

2010–2015



Início do INCT P.A.T.R.I.A.; participação IPT, IPEN, USP, UFSC

2020–2025



Novas prospecções: Araxá, Catalão; projetos-piloto

2025–2026



Fortalecimento institucional; foco em processamento local e sustentabilidade



## FONTES

- Química Nova 2014 [web:21]
- Mineralis/CETEM [web:24][web:33]
- Exploração e prospecção 2024 [web:19]
- CPRM [web:22]
- IPT/IPEN communications 2016–2026 [web:29][web:31]



Fontes: Química Nova; CETEM/Mineralis; CPRM; estudos recentes (2019–2026)

# TERRAS RARAS: A CORRIDA GLOBAL PELOS MATERIAIS DO FUTURO

Elementos essenciais para as tecnologias que movem o mundo moderno e a transição energética.



CARROS ELÉTRICOS



ENERGIA LIMPA



ELETRÔNICOS E CELULARES



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL



DEFESA E TECNOLOGIA

## RESERVAS MUNDIAIS DE ELEMENTOS TERRAS RARAS

Ranking dos países por reservas estimadas (toneladas) – USGS 2025–2026



A China concentra a maior parte das reservas conhecidas e domina a cadeia produtiva global.



O Brasil possui a segunda maior reserva do mundo, com grande potencial estratégico.



Investir em pesquisa, inovação e sustentabilidade é essencial para um futuro competitivo.

## RANKING GLOBAL DE RESERVAS

Estimativas USGS 2025–2026

POSIÇÃO	PAÍS	RESERVAS ESTIMADAS (TONLEADAS)
1	China	~44 milhões t
2	Brasil	~21 milhões t
3	Índia	~6,9 milhões t
4	Austrália	~5,7 milhões t
5	Rússia	~3,8 milhões t
6	Vietnã	~3,5 milhões t
7	EUA	~1,9 milhão t
8	Groenlândia	~1,5 milhão t
9	Tanzânia	~890 mil t
10	Canadá	~830 mil t

### FONTES:

- U.S. Geological Survey (USGS)
- Mineral Commodity Summaries 2025
- Visual Capitalist – Rare Earth Reserves

# BRASIL: POTÊNCIA MUNDIAL DE TERRAS RARAS

O Brasil possui algumas das maiores reservas de elementos terras raras do mundo e diversas áreas promissoras para prospecção e pesquisa mineral.

### AMAZONAS

Depósitos associados a carbonatitos e rochas alcalinas. Grande potencial ainda em avaliação.

### GOIÁS

Complexo Catalão (Araxá) e fosfatos alcalinos. Área com alto potencial para terras raras.

### SÃO PAULO

Pesquisas em andamento em minerais associados e desenvolvimento de tecnologias de separação e refino.

### MINAS GERAIS

Araxá, Poços de Caldas e outras regiões carbonatíticas com presença de elementos terras raras.

### BAHIA

Areias monaziticas e minerais críticos associados.

### PARANÁ

Estudos em rochas alcalinas e parcerias para o avanço da pesquisa e da cadeia produtiva.

### POR QUE INVESTIR NO BRASIL?



GRANDE POTENCIAL GEOLÓGICO



DEMANDA GLOBAL CRESCENTE



TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE



GERAÇÃO DE EMPREGOS E DESENVOLVIMENTO



SEGURANÇA E SOBERANIA ESTRATÉGICA

## O POTENCIAL VAI ALÉM DA EXTRAÇÃO.



EXTRAÇÃO RESPONSÁVEL



SEPARAÇÃO E REFINO



PESQUISA E INOVAÇÃO



DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



FORMAÇÃO DE PESSOAS



GEOLOGIA, QUÍMICA, ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

### FONTES:

- U.S. Geological Survey (USGS)
- Mineral Commodity Summaries 2025
- CPRM – Estudos de Terras Raras no Brasil
- Agência Internacional de Energia (IEA)



Ter reservas minerais é apenas o começo.

O verdadeiro valor está no **conhecimento**, na **tecnologia** e na capacidade de transformar recursos em desenvolvimento para a sociedade.

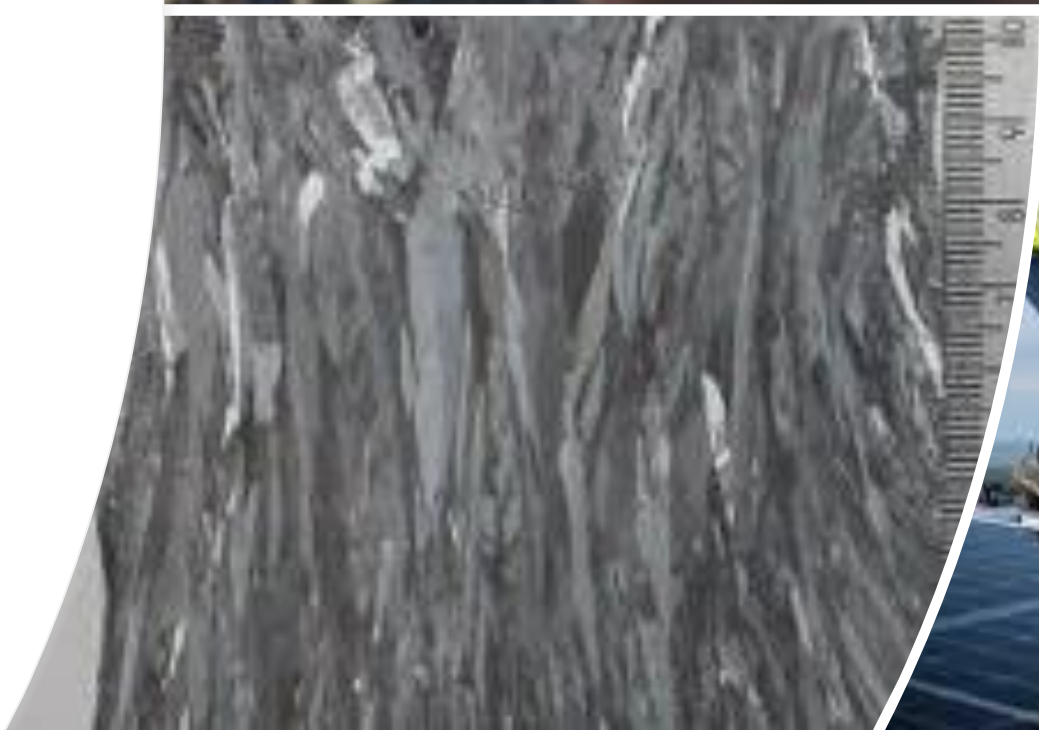
# PRIMEIROS OBJETIVOS CONCLUÍDOS



Dominio da produção de Nd e Pr metálicos

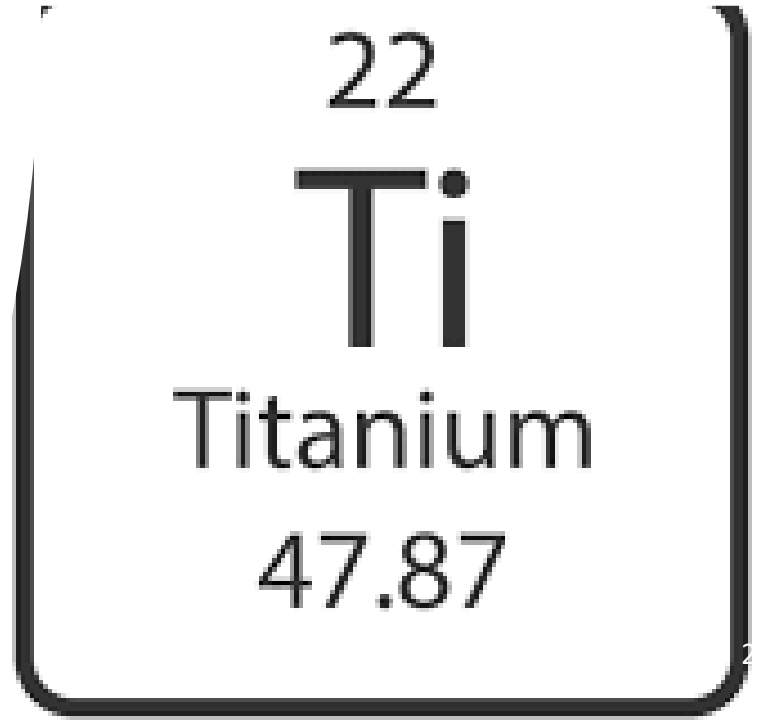
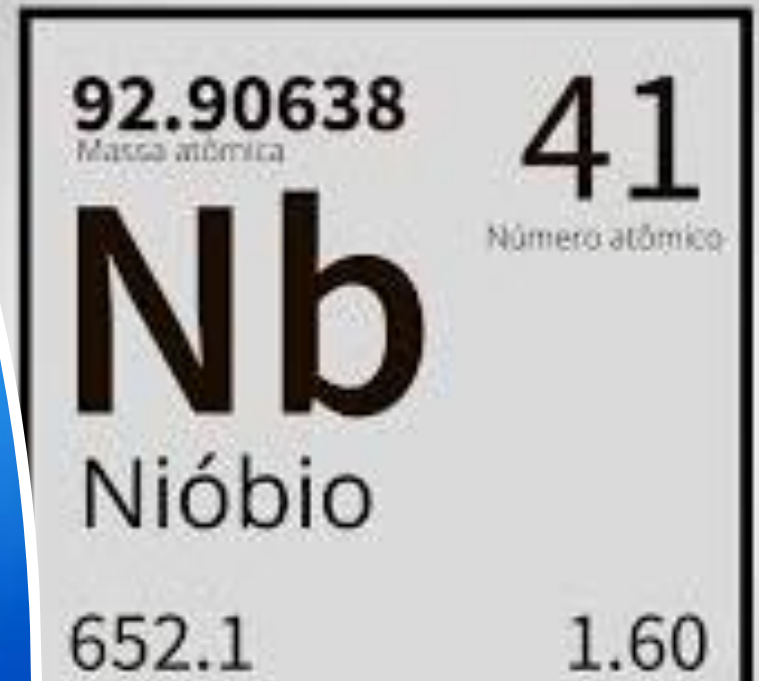
## Outros projetos de sucesso

- DOMÍNIO DA CADEIA PRODUTIVA DE SILÍCIO GRAU SOLAR (99,999% de pureza)



## Outros projetos de sucesso

Manufatura aditiva de Ligas de NbTi para produção de próteses





Investigação de contaminação de Prestadores de  
Serviço (Saude Pública)

## Outros projetos de sucesso

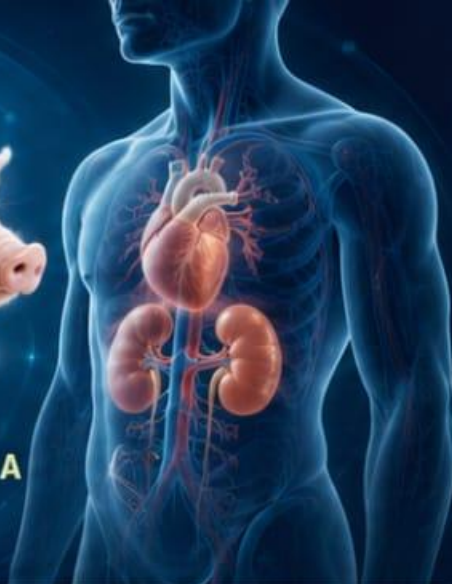
# PROJETO XENOBOR

XENOTRANSPLANTE: CIÊNCIA QUE TRANSFORMA VIDAS

O Projeto XENOBOR, conduzido pelo IPT por meio do laboratório NUTABES, desenvolve pesquisas avançadas para o transplante de órgãos de suínos geneticamente modificados em humanos, abrindo novos caminhos para a medicina e para milhares de pacientes que aguardam por uma segunda chance.



CIÊNCIA, INOVAÇÃO E COMPROMISSO COM A VIDA HUMANA.



## IMPACTO PARA A SOCIEDADE



### MENOS TEMPO DE ESPERA

Aumenta a disponibilidade de órgãos e reduz as filas de transplante no SUS.



### MENOR REJEIÇÃO

Órgãos de porcos geneticamente modificados para maior compatibilidade com o organismo humano.



### MAIS VIDAS SALVAS

Mais esperança e qualidade de vida para milhares de pessoas.



### UMA REVOLUÇÃO NA SAÚDE,

COM CIÊNCIA, ÉTICA E RESPONSABILIDADE.

## A HISTÓRIA DO PROJETO XENOBOR



### 1. PESQUISA E EDIÇÃO GENÉTICA

Alterações genéticas realizadas em células de embriões de suínos para reduzir a rejeição e aumentar a compatibilidade com humanos.



### 2. CLONAGEM E DESENVOLVIMENTO

Embriões editados são clonados e implantados para o desenvolvimento de porcos geneticamente modificados.



### 3. NASCIMENTO DOS PRIMEIROS PORCOS

Os primeiros porcos clonados para o Projeto XENOBOR já nasceram, marcando um grande avanço para a ciência brasileira.



### 4. ESTUDOS PRÉ-CLÍNICOS E SEGURANÇA

Avaliações rigorosas em laboratório e em animais para garantir segurança, viabilidade e funcionalidade dos órgãos.



### 5. ÓRGÃOS EM ESTUDO INICIAL

Início dos estudos com pele e rim, com expansão futura para outros órgãos, como o coração.



### 6. FUTURO: NOVOS ÓRGÃOS, NOVAS POSSIBILIDADES

Os estudos avançarão para órgãos complexos, como o coração, representando uma nova era para os transplantes.



## A REALIDADE ATUAL



Milhares de pessoas aguardam por um transplante no SUS. A falta de órgãos disponíveis ainda é um dos maiores desafios da saúde pública.



## A SOLUÇÃO QUE ESTAMOS CONSTRUINDO

O Projeto XENOBOR une ciência de ponta, inovação e compromisso social para transformar essa realidade e levar esperança a quem mais precisa.



## QUEM FAZ ACONTECER



O laboratório NUTABES do IPT é referência em biotecnologia, engenharia de tecidos e medicina regenerativa, atuando com excelência e ética em todas as etapas da pesquisa.

DO CONHECIMENTO À VIDA.  
JUNTOS, TRANSFORMAMOS O FUTURO.

# PROJETO BIOMETIONINA

## CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA UMA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS MAIS SUSTENTÁVEL

O IPT desenvolve pesquisas para produzir biometionina, uma metionina obtida por processos biotecnológicos, sem uso de petróleo, para ser utilizada como suplemento na alimentação de galinhas, promovendo saúde, desempenho e maior produção de ovos de forma mais sustentável.

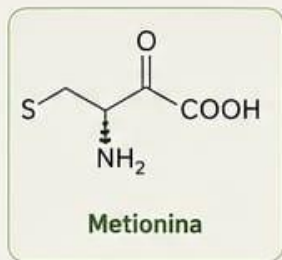


### O QUE É A METIONINA?

A metionina é um aminoácido essencial, ou seja, não é produzido pelo organismo das aves e deve ser fornecido pela alimentação.

Ela é fundamental para:

- Crescimento saudável
- Formação de penas e músculos
- Produção de ovos
- Fortalecimento do sistema imunológico



### DL-METIONINA x BIOMETIONINA

DL-METIONINA (convencional)	BIOMETIONINA (desenvolvida pelo IPT)
Produzida a partir de matérias-primas derivadas do petróleo.	Produzida por processos biotecnológicos, a partir de fontes renováveis.
Processo químico complexo, com alto consumo de energia e geração de resíduos.	Processo mais "limpo", com menor consumo de energia e menos resíduos.
Maior impacto ambiental (emissões de gases de efeito estufa e uso de recursos não renováveis).	Menor impacto ambiental, contribuindo para uma cadeia produtiva mais sustentável.
Dependência de combustíveis fósseis e variação de preço do petróleo.	Mais sustentável e com maior segurança de fornecimento a longo prazo.

### BENEFÍCIOS DA BIOMETIONINA PARA AS GALINHAS POEDEIRAS



- Melhor aproveitamento dos nutrientes
- Crescimento e desenvolvimento adequados
- Mais saúde e bem-estar animal
- Maior produção de ovos
- Melhor qualidade dos ovos

### COMO É PRODUZIDA A BIOMETIONINA?



### IMPACTO AMBIENTAL: UMA ESCOLHA CONSCIENTE

DL-METIONINA (convencional)	BIOMETIONINA (IPT)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de petróleo como matéria-prima</li> <li>• Processo químico com maior consumo de energia</li> <li>• Geração de resíduos e efluentes</li> <li>• Maiores emissões de CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matérias-primas renováveis</li> <li>• Processo biotecnológico mais eficiente</li> <li>• Menor geração de resíduos</li> <li>• Menores emissões de CO<sub>2</sub></li> </ul>

# PROJETO SOLOS INDÍGENAS

Estudo da contaminação de solos e águas em territórios indígenas e quilombolas no Brasil



## ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

**Pb** **As** **Cd** **Hg**  
 Chumbo    Arsênio    Cádmiu    Mercúriu

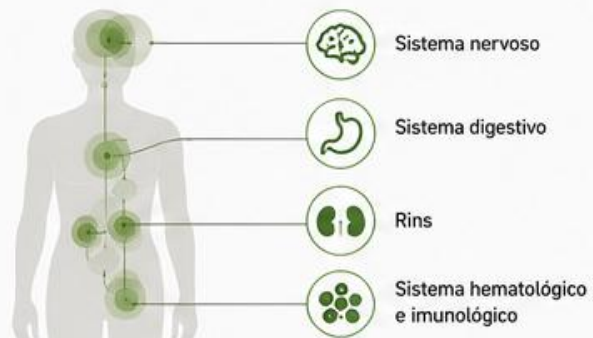
## COMO O ESTUDO É REALIZADO



## ONDE O ESTUDO É REALIZADO



## POSSÍVEIS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA



E você? Já pensou em ser um cientista?



Quais campos científicos mais lhe interessam?


O que você propõe para impactar vidas?




# OBRIGADO!

 MSc. Gilmar Almeida

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

 (11) 3767-4616

 [linkedin.com/school/iptsp/](https://linkedin.com/school/iptsp/)

 [instagram.com/ipt\\_oficial/](https://instagram.com/ipt_oficial/)

 [youtube.com/@IPTbr/](https://youtube.com/@IPTbr/)

 IPT INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

 **SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO  
SÃO PAULO SÃO TODOS