

Nº 176801

Projeto Nacional Grafeno

**Adriano Marim de Oliveira
Marcelo Aparecido Mendonça
Rafael Rodrigues de Mello**

*Palestra apresentado CODEMGE – SAE Brasil-IPT ,
2020. “Live”*

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



Seu desafio é nosso

+

+

Existimos para prover soluções tecnológicas para a indústria, os governos e a sociedade, habilitando-os a superar os desafios da nossa época

nossos desafios

- + ir e vir
- + proteger
- + renovar
- + bem viver
- + fazer acontecer

+

+

fazer
acontecer

tornar possível a
solução de problemas
complexos articulando
competências, recursos
e parcerias



fazer acontecer

+

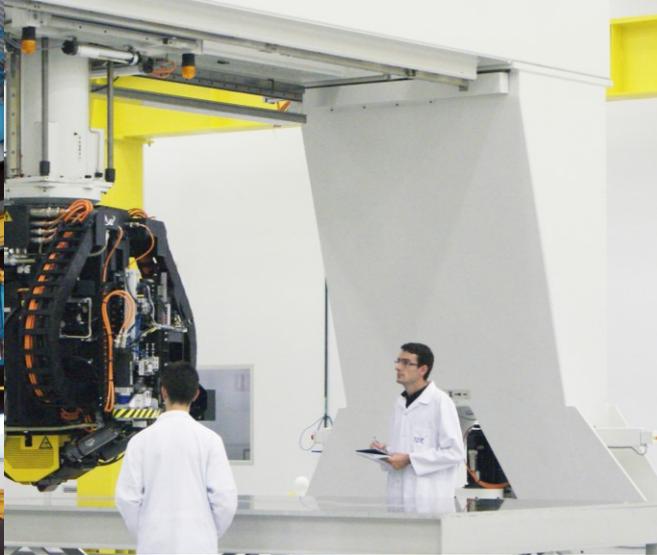
capital humano



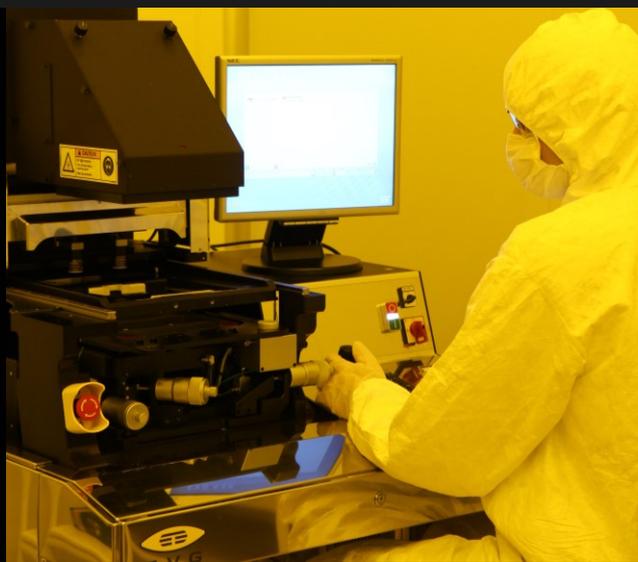
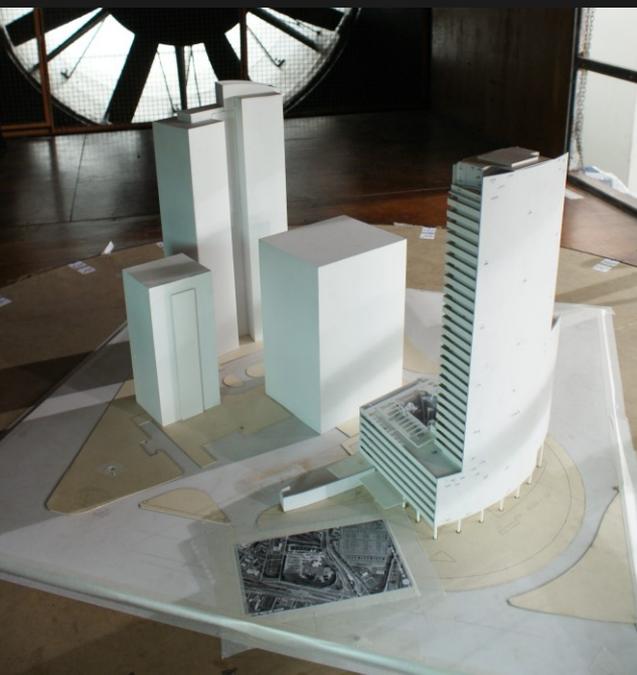
engenheiros + biólogos + geólogos + físicos + químicos + farmacêuticos + gestores ambientais + economistas + pesquisadores + técnicos + administradores + mestres + doutores + jovens + experientes

fazer acontecer

infraestrutura



medir + testar + calibrar + analisar + caracterizar + determinar + simular + modelar
+ verificar + instrumentar + escalonar + descobrir



fazer acontecer

+

financiamento

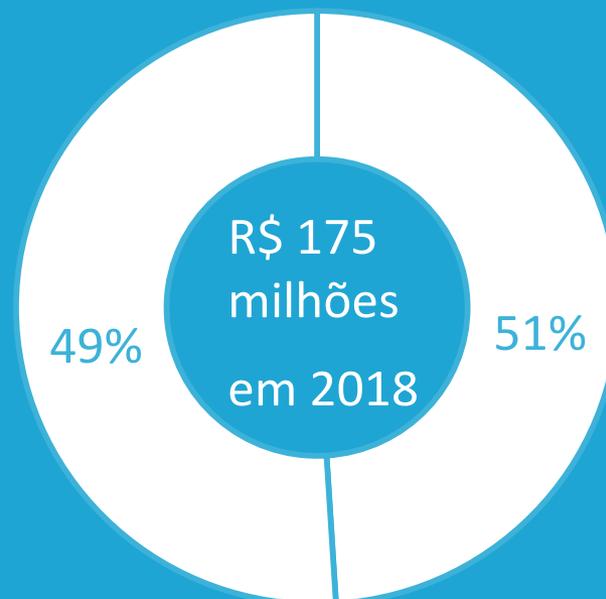


Mobilizar recursos público e privados por meio de parcerias, editais, fundos setoriais e programas, tais como a Embrapíi.

[mas o que é o IPT?

somos uma
empresa estatal
de pesquisa

51% da nossa receita
vem do Governo do
Estado de São Paulo



49% vem da venda de
serviços e projetos para o
setor público e privado

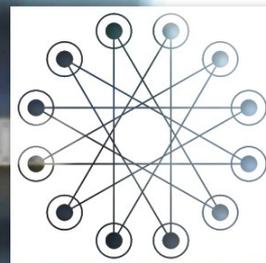
dados rápidos



120 anos
de existência



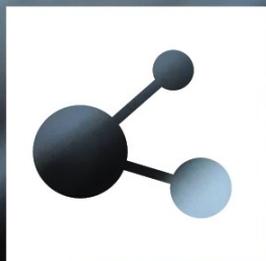
37
laboratórios



12 centros
tecnológicos



>1000
funcionários



>2900 clientes
atendidos*

* em 2018



>20500
documentos
técnicos
emitidos*



>4000 notícias
veiculadas na
mídia*



35% da
receita com
projetos de
inovação

onde estamos

Campus São Paulo

103,5 mil m²
de área construída

Interior



Franca

Lab. de Calçados
e Produtos de Proteção

São Paulo

S. José dos Campos

Lab. de Estruturas Leves

como
trabalhamos

1

ENTENDER O PROBLEMA
Conversar com o cliente e realizar estudos preliminares se necessário

2

ELABORAR A SOLUÇÃO
Selecionar ideias, articular competências e parcerias, mobilizar recursos

3

EXECUTAR E IMPLEMENTAR
Colocar equipes e infraestrutura em ação. Transferir soluções, resultados e tecnologias ao cliente

o que fazemos

Assessoria e consultoria

Soluções para gestão e planejamento

Inspeções e monitoramentos

Investigações e diagnósticos

Metrologia, qualidade e certificação

Pesquisa e desenvolvimento

Ensaio, análises e calibrações

Padrões e materiais de referência

Cursos e treinamentos



o que fazemos

Calibração
e ajustes

Materiais de
referência

Inspeção e
monitoramento

RD&I

Testes e
análises

Cursos e
treinamentos



conhecimento
e tecnologia

metodologias

mapas

recomendações

softwares

laudos e
pareceres

projetos
e planos para
o setor público

relatórios e
certificados

protótipos

INOVAÇÃO

diferenciais IPT



da bancada ao piloto
infraestrutura laboratorial
e experiência para
desenvolver e escalar
processos



**abordagem
multidisciplinar**
somamos diferentes áreas
e competências para
pensar soluções inovadoras
e eficazes



**suporte administrativo e
gerencial completo**
equipes dedicadas a gestão de
projetos, compras, contratos,
comunicação, TI, RH, PI



**capacitação de
pesquisadores**
atualização constante e
investimento na criação de
soluções pioneiras para o
mercado

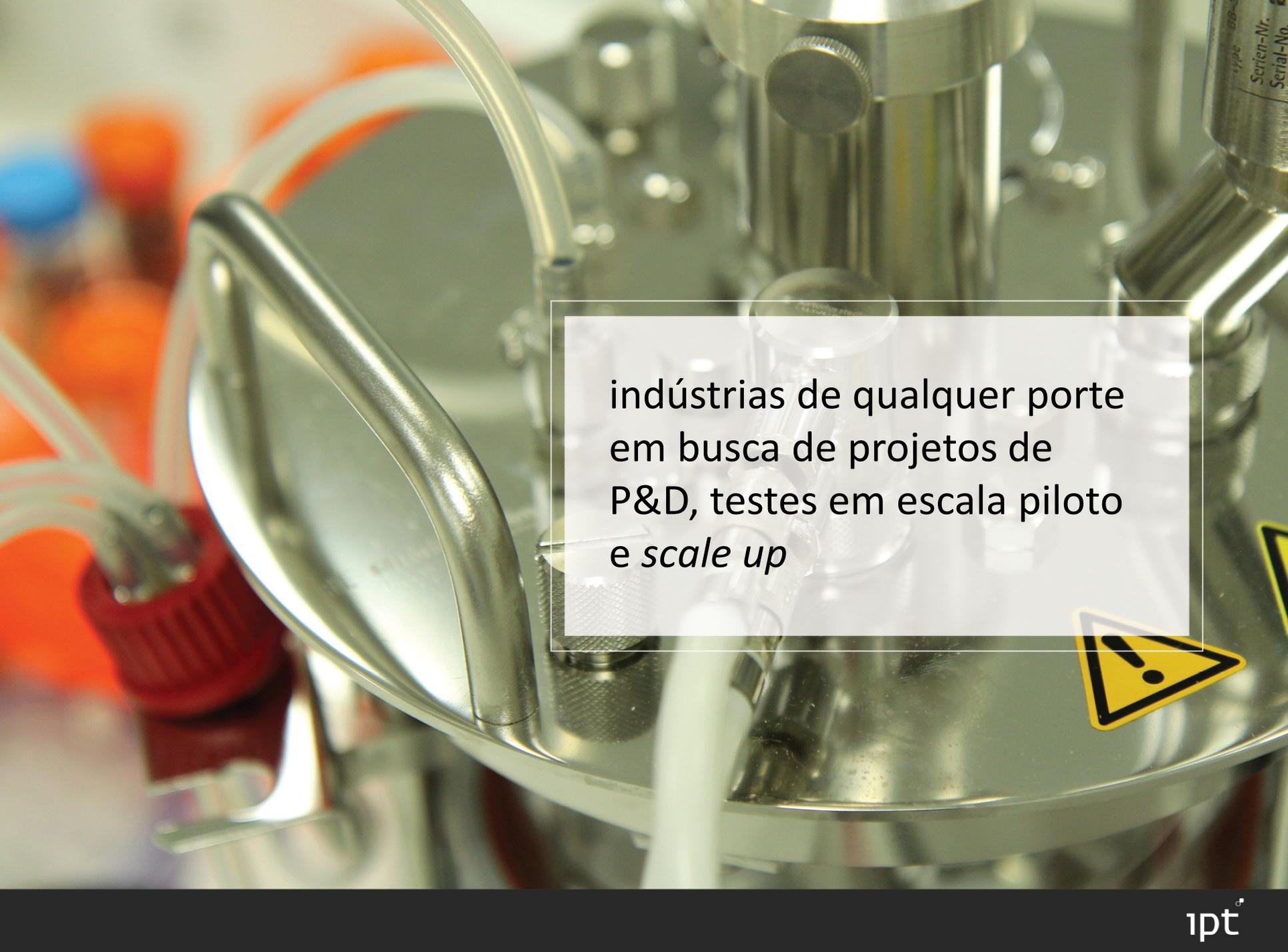


**capacitação de
pesquisadores**
atualização constante e
investimento na criação de
soluções pioneiras para o
mercado



unidade Embrapii
somos credenciados pela Embrapii
para desenvolvimento de novos
materiais e processos biotecnológicos

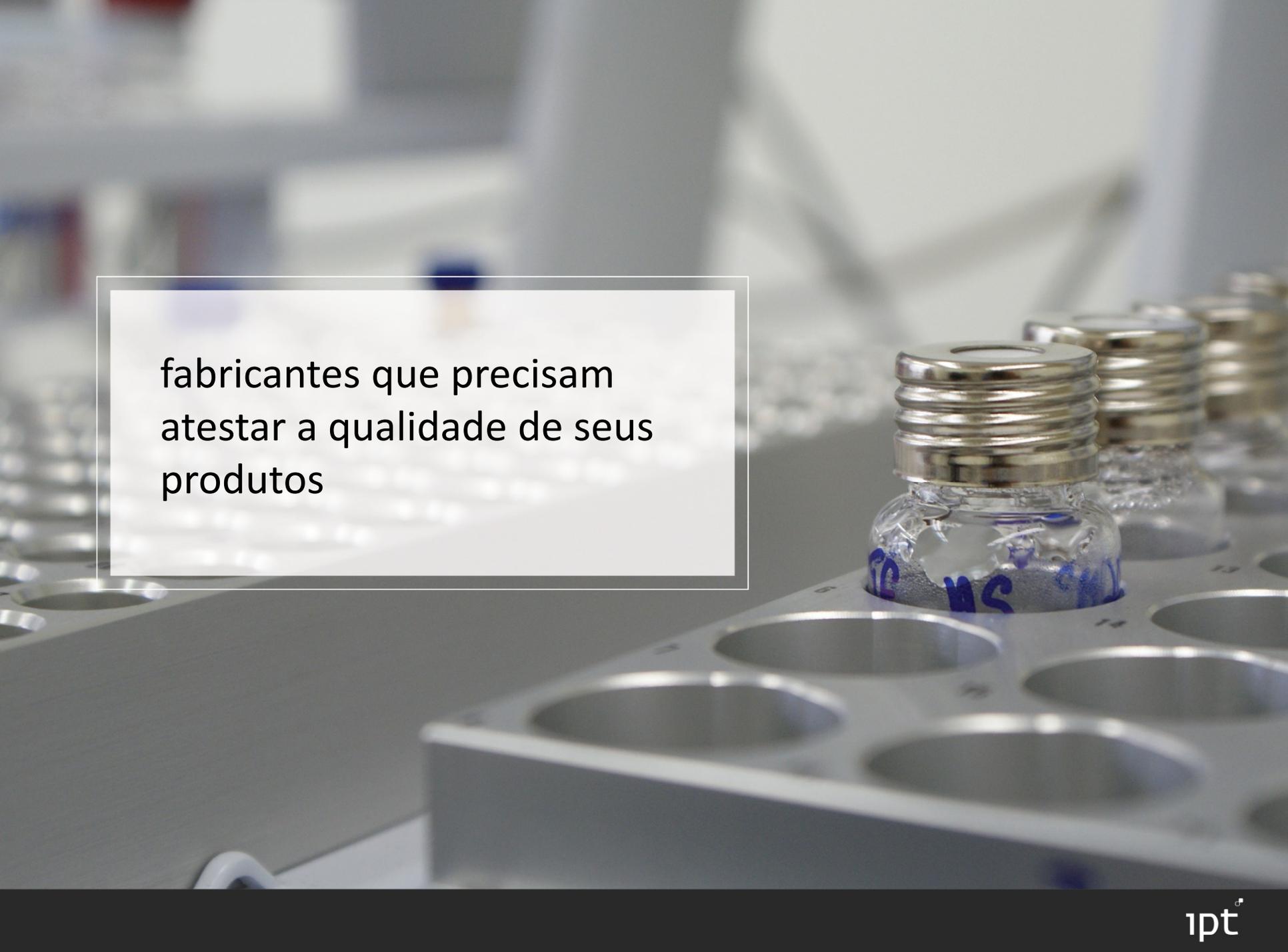
[quem são
nossos clientes?

A close-up photograph of a stainless steel industrial machine, likely a laboratory or pilot-scale reactor. The machine features a prominent red handle on the left side and a yellow warning sign with a black exclamation mark on the right. The background is blurred, showing various components and a red cap. A semi-transparent white box is overlaid on the center of the image, containing text.

indústrias de qualquer porte
em busca de projetos de
P&D, testes em escala piloto
e *scale up*



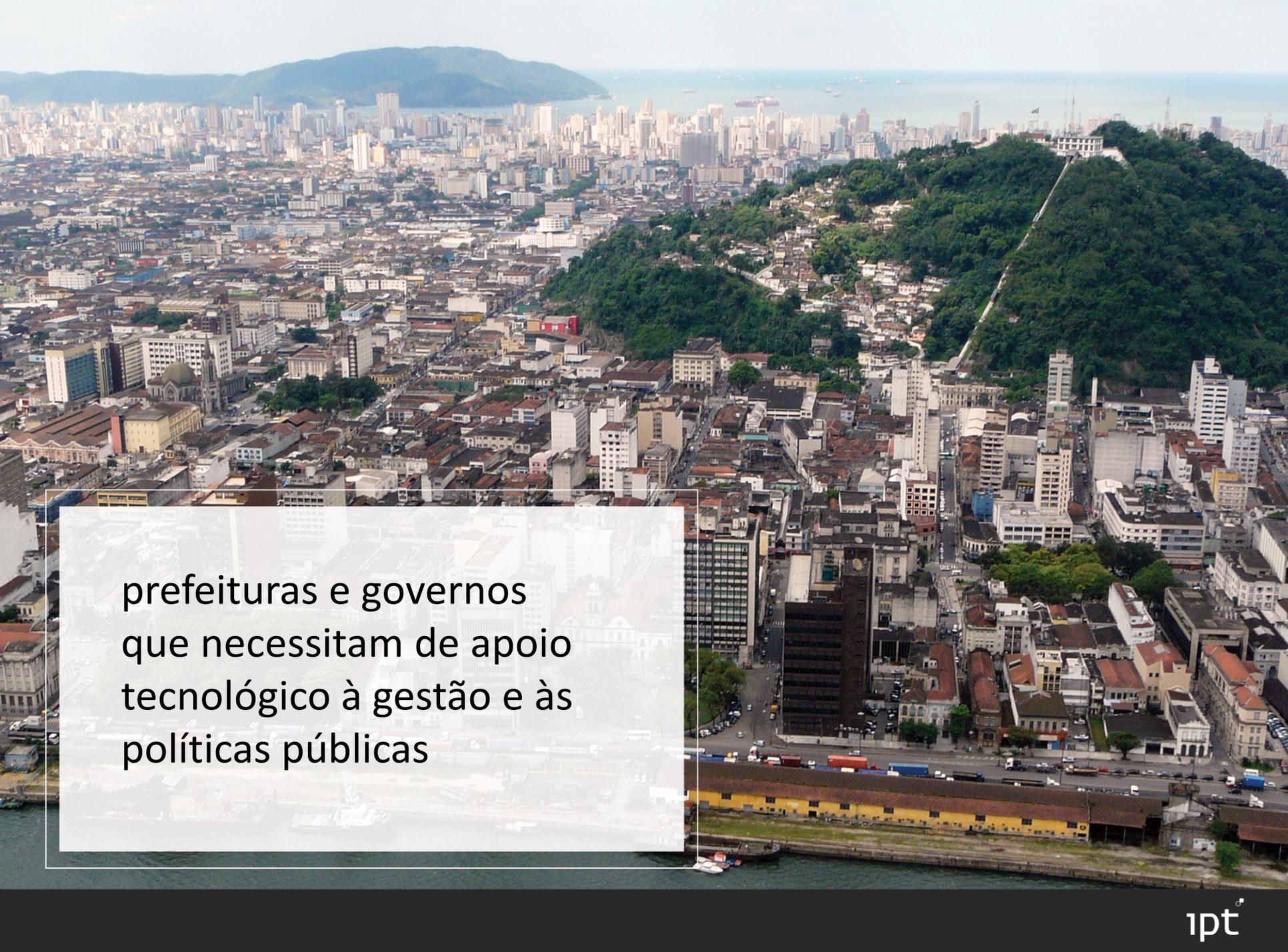
micro e pequenas empresas
que desejam exportar,
melhorar seus processos
produtivos e aumentar sua
competitividade

A close-up photograph of a laboratory setting. In the foreground, a metal rack holds several small glass vials with silver-colored screw caps. The vials are arranged in a row, and the one in the immediate foreground is slightly out of focus. The background is blurred, showing more laboratory equipment and a clean, professional environment. A white rectangular box with a thin black border is overlaid on the left side of the image, containing text.

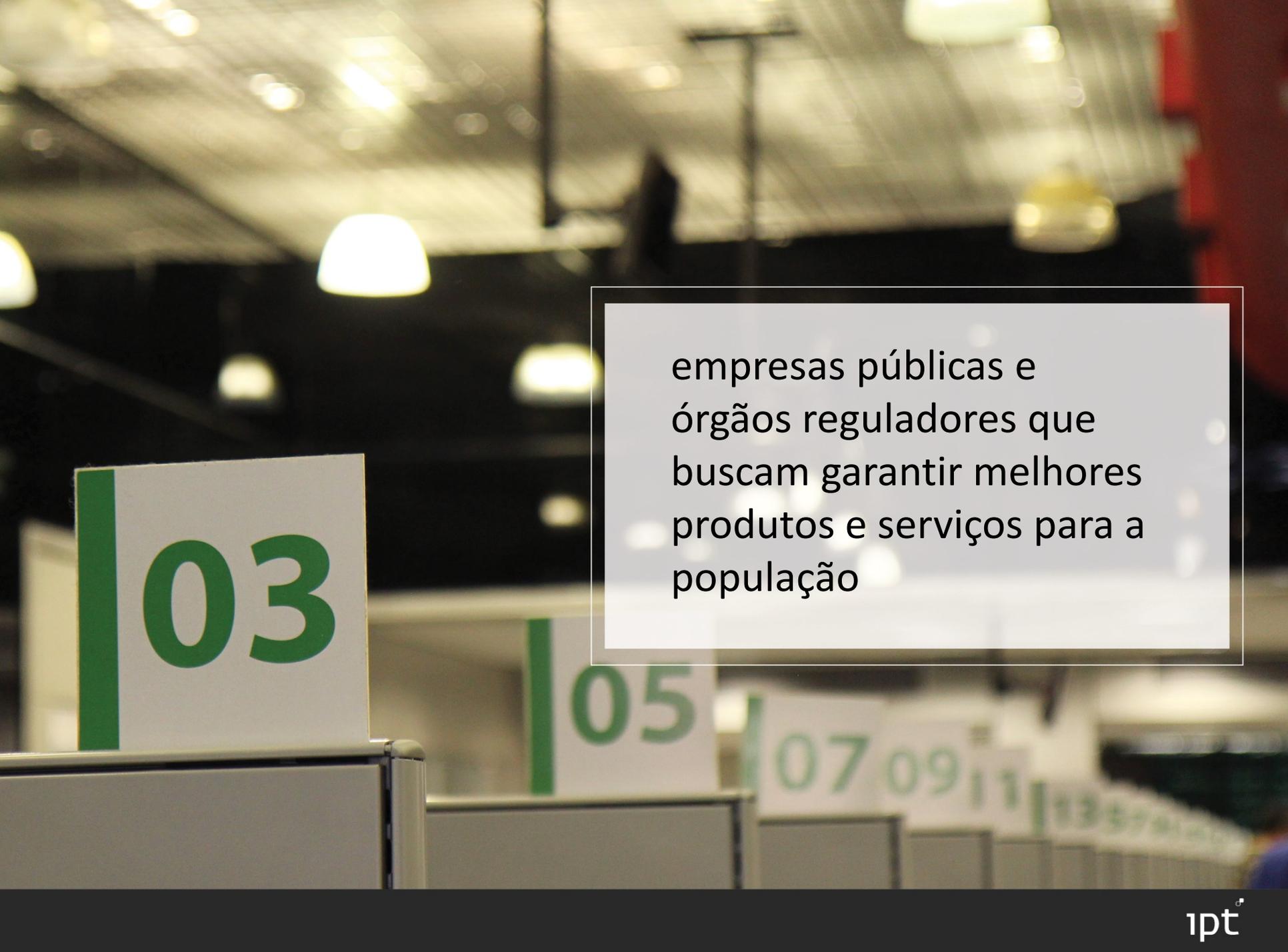
fabricantes que precisam
atestar a qualidade de seus
produtos

empresas que precisam
aferir e calibrar seus
instrumentos

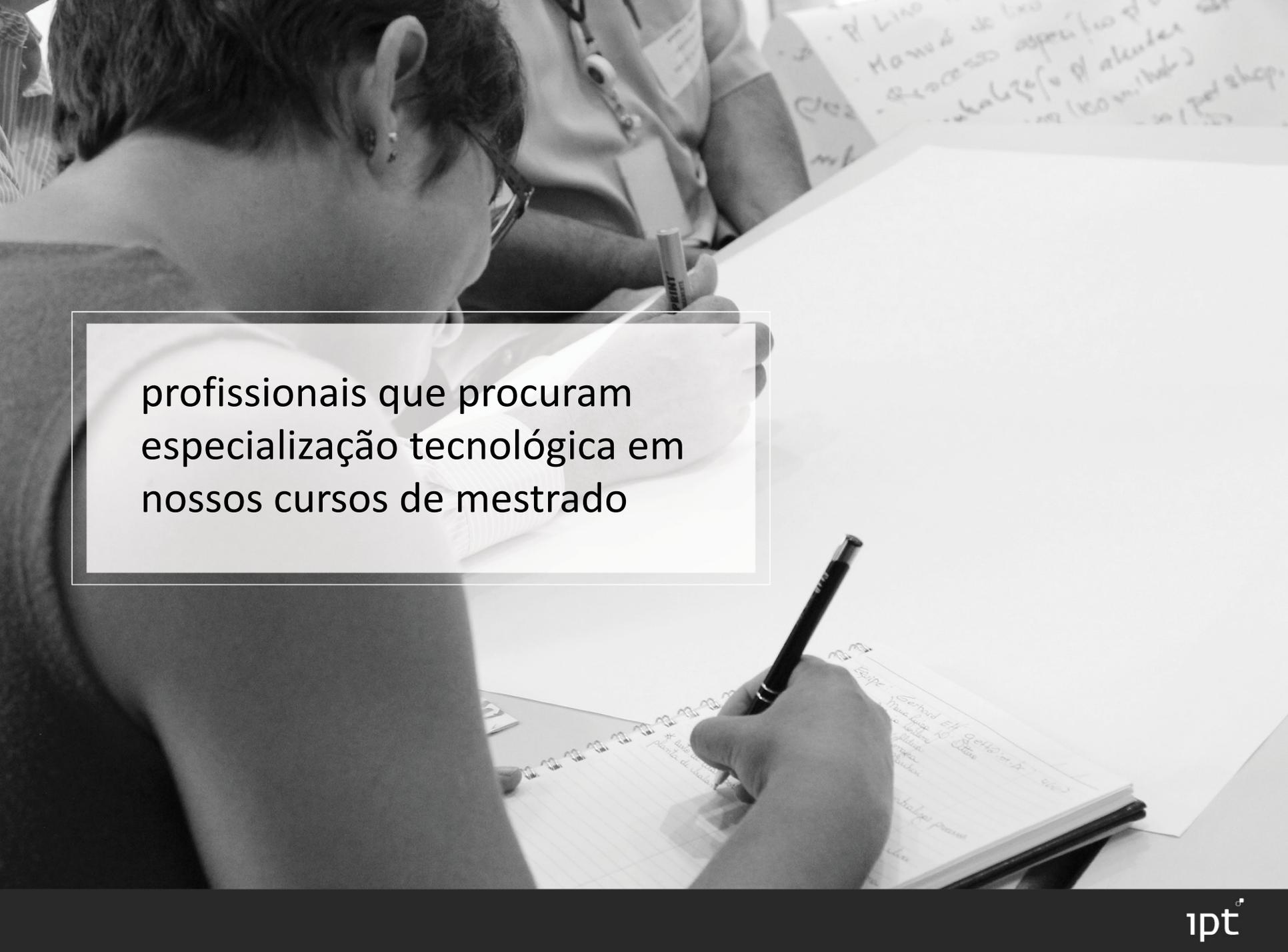




prefeituras e governos
que necessitam de apoio
tecnológico à gestão e às
políticas públicas



empresas públicas e
órgãos reguladores que
buscam garantir melhores
produtos e serviços para a
população



profissionais que procuram
especialização tecnológica em
nossos cursos de mestrado

+

+

seu desafio
é nosso

O IPT é o seu melhor
parceiro para inovar.

www.ipt.br

Competências

Laboratório de Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes

Laboratório de Engenharia Térmica

24/06/2020

LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)



Linhas de atuação

1. Atuação em nanotecnologia

- Síntese de nanopartículas
- Soluções para sistemas de liberação controlada
- Desenvolvimento de nanopartículas para aplicação em materiais com foco na obtenção e modificação de propriedades (físicas, químicas, ópticas e estruturais)
- Produção de nanofibras poliméricas por eletrospinning
- Técnicas avançadas de caracterização de nanomateriais e fluidos

2. Processo químicos avançados

- Desenvolvimento de fluidos complexos
- Serviços técnicos especializados, análise crítica e otimização em processos, produtos e operações unitárias
- Caracterização física, química, termoanalítica e cristalográfica de produtos (sólidos, suspensões, emulsões, fluidos complexos, etc.).

3. Novos Materiais

- Desenvolvimento de processos para valorização de materiais poliméricos e compósitos
- Modificação de compostos elastoméricos

LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)



Principais mercados

- Indústria Química
- Indústria Farmacêutica
- Indústria de Cosméticos
- Indústria de Petróleo & Gás
- Indústria de Agroquímicos



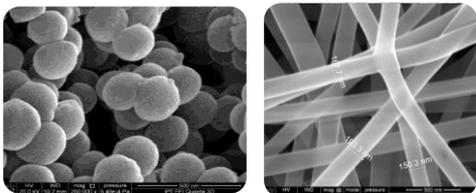
Diferenciais do Laboratório

Exemplos de projetos

- Desenvolvimento de diferentes técnicas de micro(nano)encapsulação dedicadas à geração de sistemas de liberação controlada (encapsulação de agentes ativos hidrofílicos e hidrofóbicos).
- Produção de nanofibras e preparação de mantas (não-tecido) destinadas para o desenvolvimento de sistemas de liberação controlada de ativos.
- Modificação organofílica de argilas e incorporação em processos de transformação de plásticos para produção de nanocompósitos de matriz polimérica.
- Emprego da técnica de polimerização em emulsão auxiliada por mecanismo de Pickering para produção de sistemas híbridos orgânico-inorgânico nanoestruturados (materiais funcionais).
- Síntese de nanopartículas e funcionalização de superfícies através de revestimentos funcionais de origem orgânica (ex. função bactericida).

Infraestrutura

- Reatores automatizados
- Nano Spray-dryer
- Analisadores de tamanho de partículas de alta precisão e microscópios eletrônicos de alta resolução
- Homogeneizadores de alta pressão
- Extrusora de rosca dupla co-rotante de laboratório para produção de blendas e compósitos

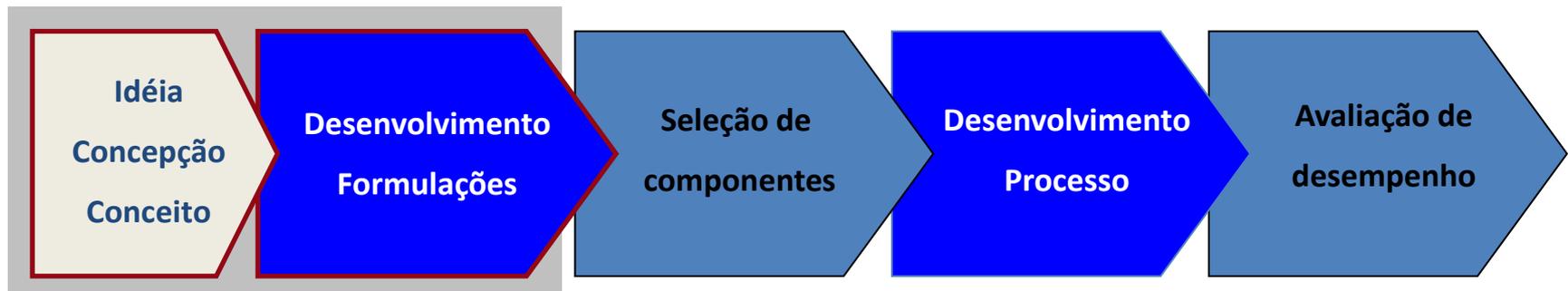


LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Engenharia de Formulações (sistemas complexos)

Potencialidades de atuação direta do laboratório (LPP/BIONANO/IPT)



“Fluidos Complexos”

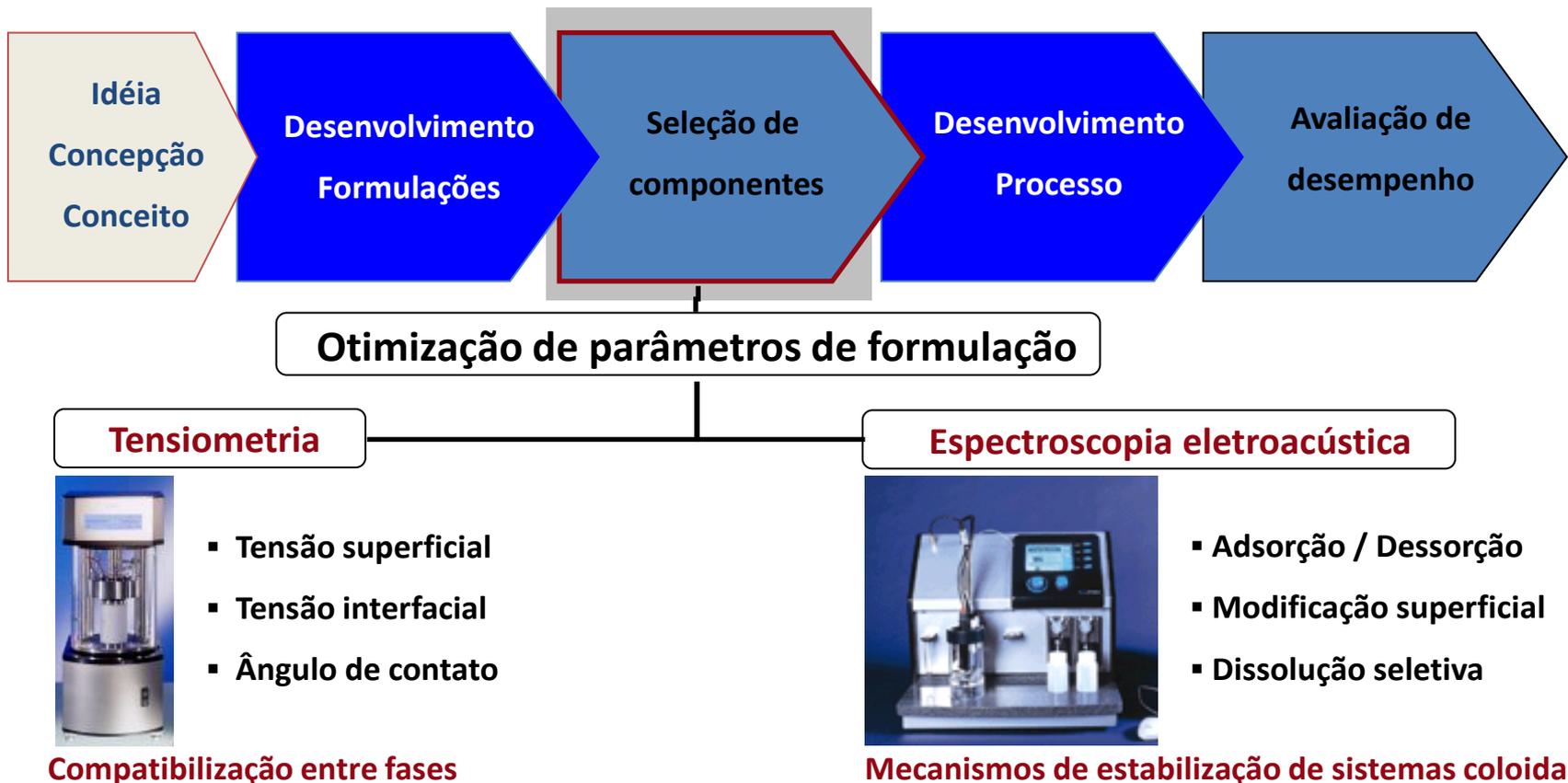
Fluidos complexos são sistemas multifásicos com característica marcante de homogeneidade em escala macroscópica e cujas propriedades são diretamente influenciadas em virtude da predominância de desordem em escala microscópica. O termo conforme aqui apresentado estende-se a formulações complexas que contenham ao menos uma segunda fase descontínua distribuída de forma uniforme em um dado meio de dispersão (suspensões, emulsões, etc.).

LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Engenharia de Formulações (sistemas complexos)

Potencialidades de atuação direta do laboratório (LPP/BIONANO/IPT)

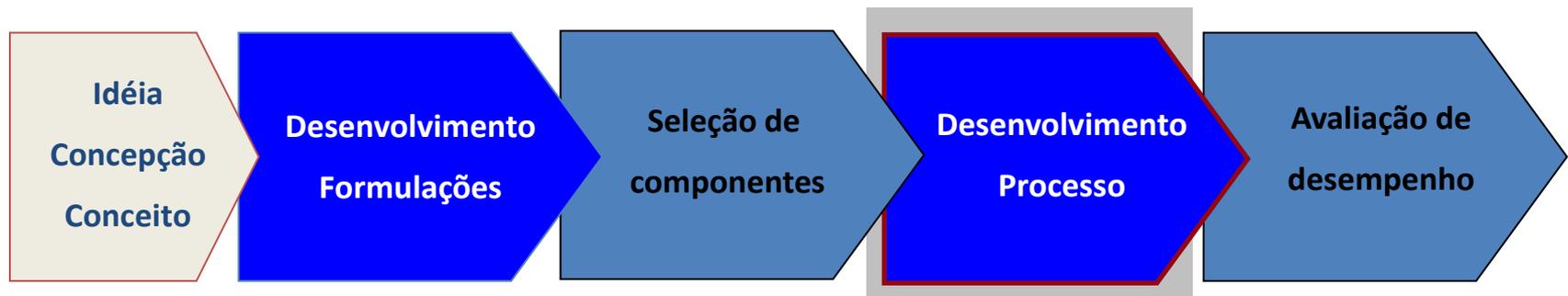


LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Engenharia de Formulações (sistemas complexos)

Potencialidades de atuação direta do laboratório (LPP/BIONANO/IPT)



Otimização de parâmetros de processo

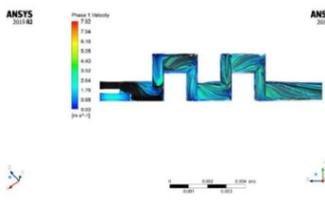
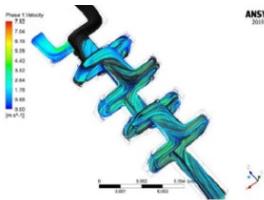
Simulação de processos

Fluido-dinâmica computacional (CFD)

Processos Convencionais

Intensificação de processos

Microfluídica

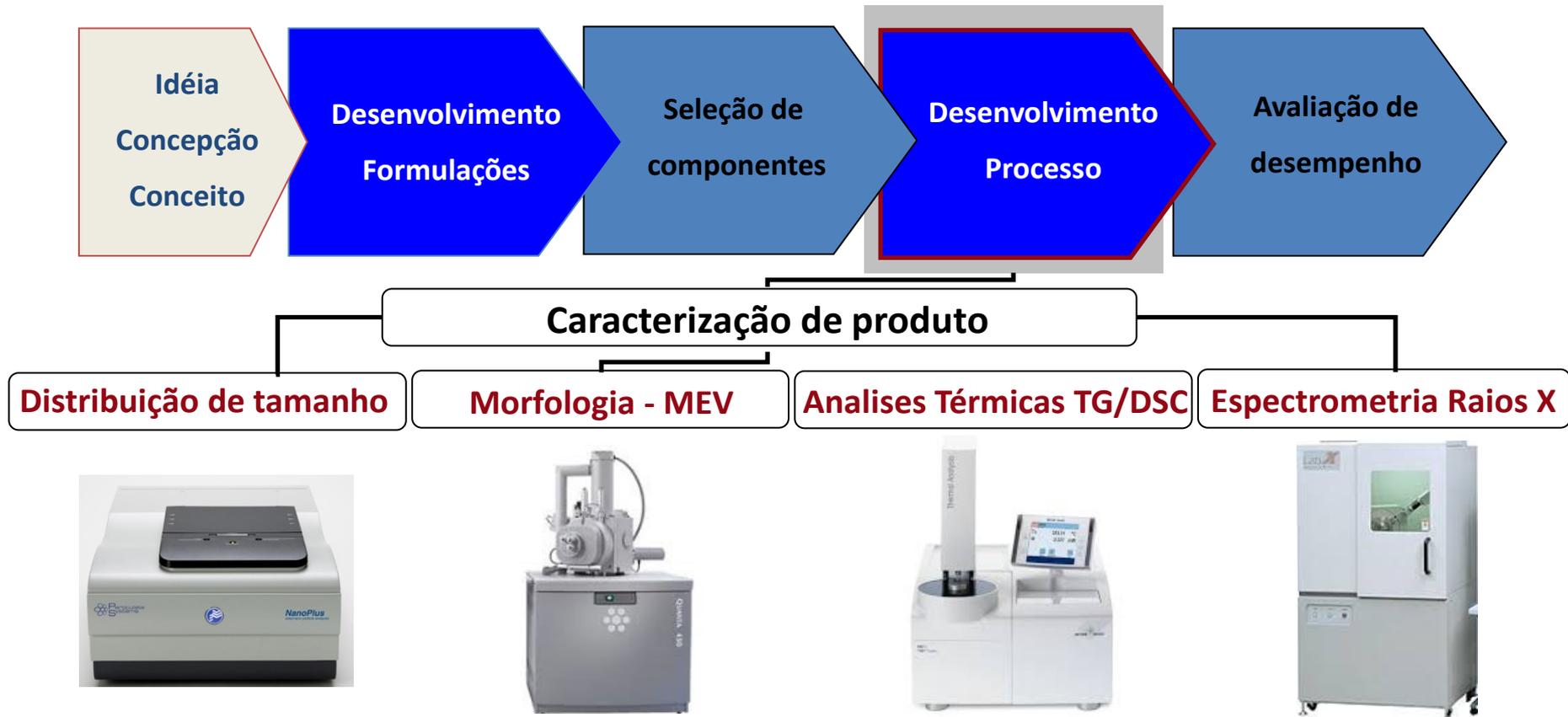


LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Engenharia de Formulações (sistemas complexos)

Potencialidades de atuação direta do laboratório (LPP/BIONANO/IPT)

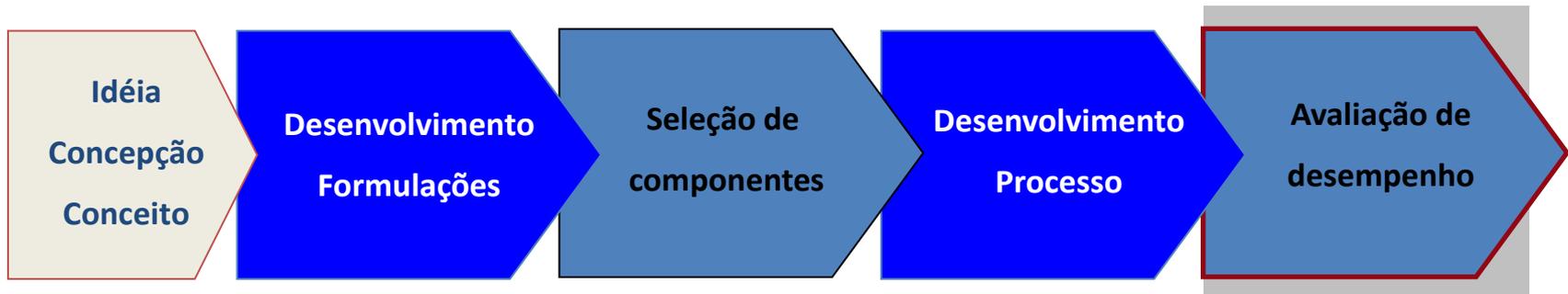


LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Engenharia de Formulações (sistemas complexos)

Potencialidades de atuação direta do laboratório (LPP/BIONANO/IPT)



Caracterização de produto

Reometria

- Viscosidade
- Tensão de escoamento
- Comportamento reológico



Turbidimetria dinâmica

- Floculação
- Coagulação
- Sedimentação
- “Creaming”



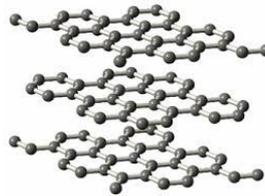
Estudo acelerado de estabilidade

LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Formulações de lubrificantes aditivados com nanopartículas

Processos convencionais – Homogeneizador de alta energia



Lubrificante com grafite ou grafeno (amostra real)

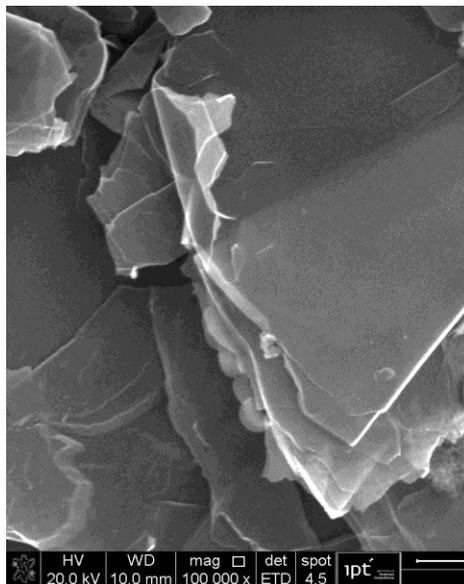
Fonte: IPT- LPP

LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

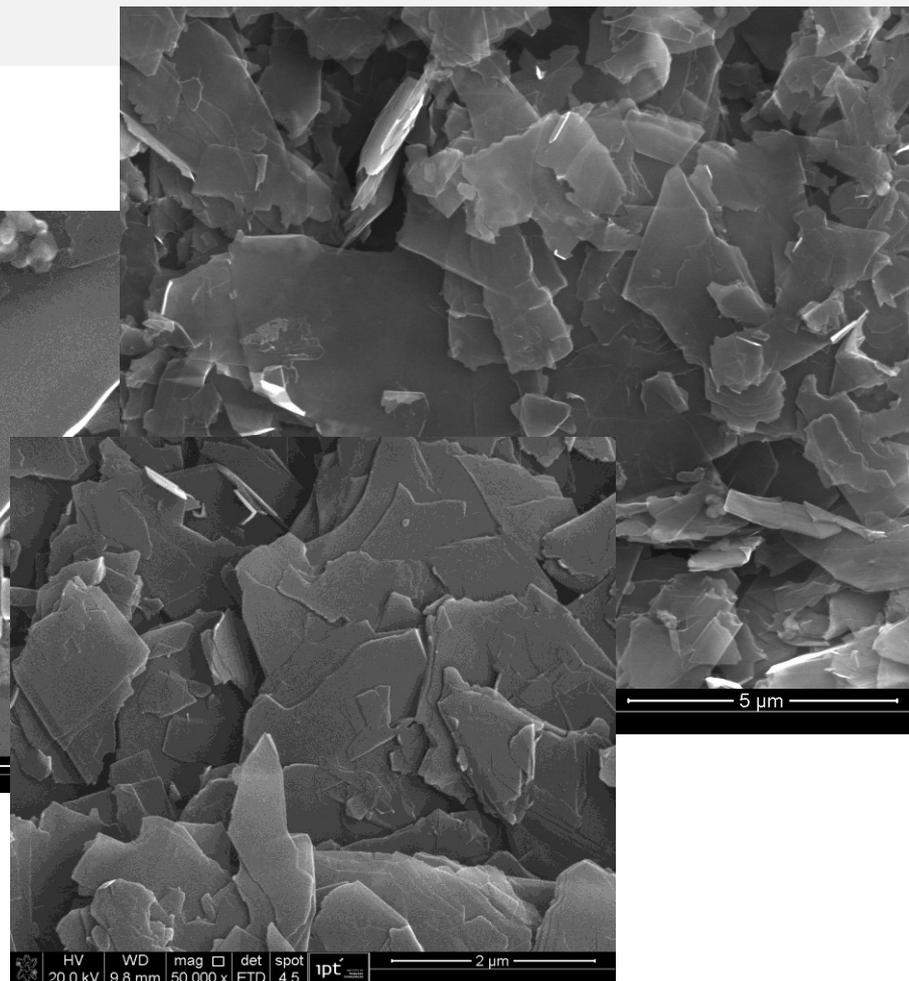
Caracterização de produto

Microscopia Eletrônica de Varredura



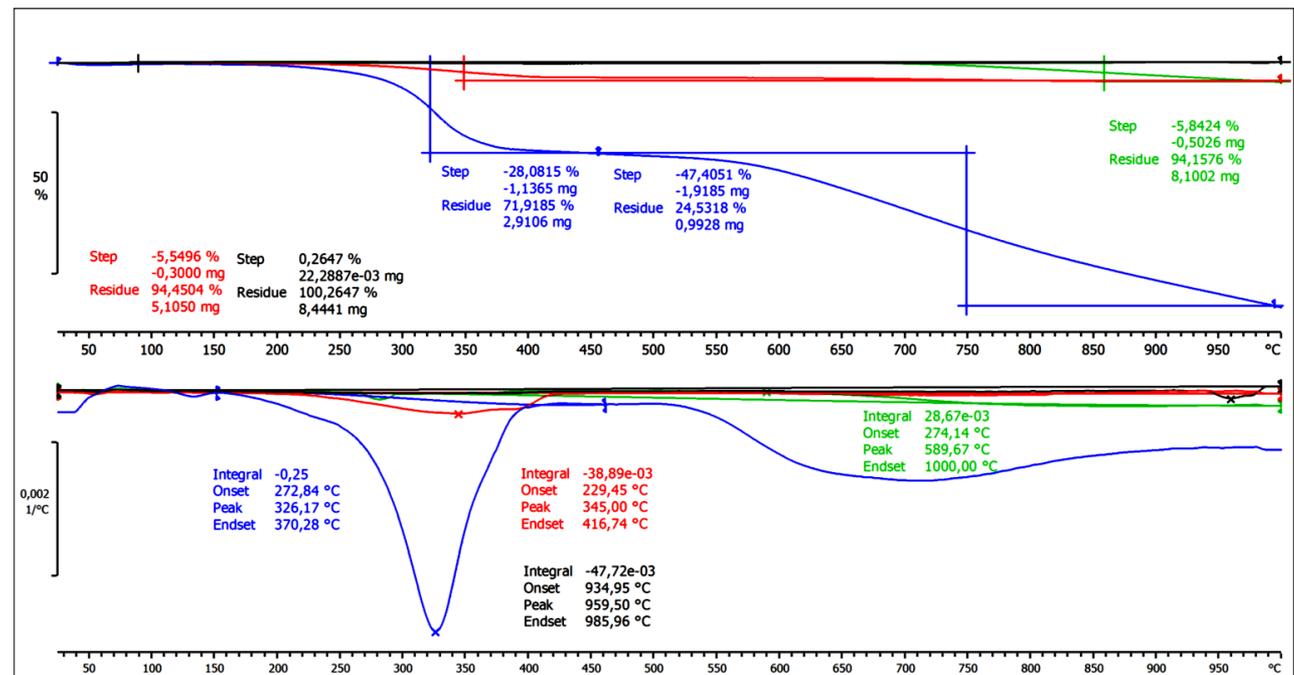
Grafeno (amostra real)

Fonte: IPT- LPP



Caracterização de produto

Análise termogravimétrica - TG

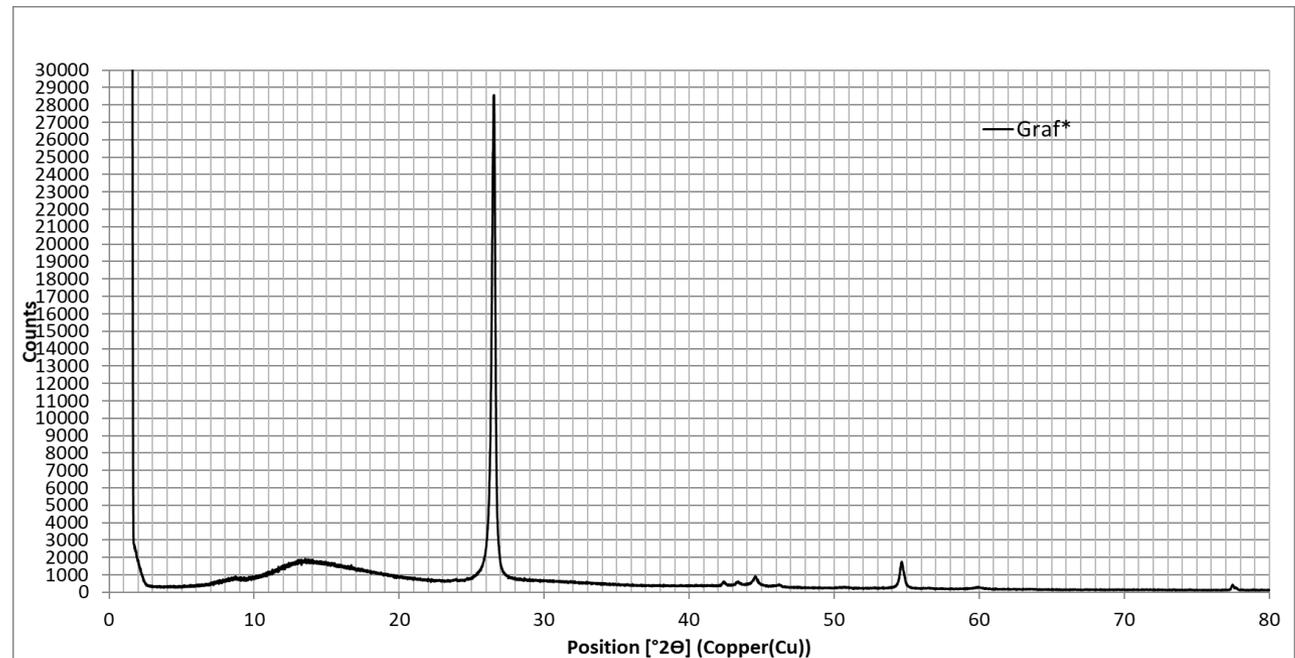


Grafeno (amostra real)

Fonte: IPT- LPP

Caracterização de produto

Difratometria de Raios X



Difratograma Grafite Nanopowder (amostra real)

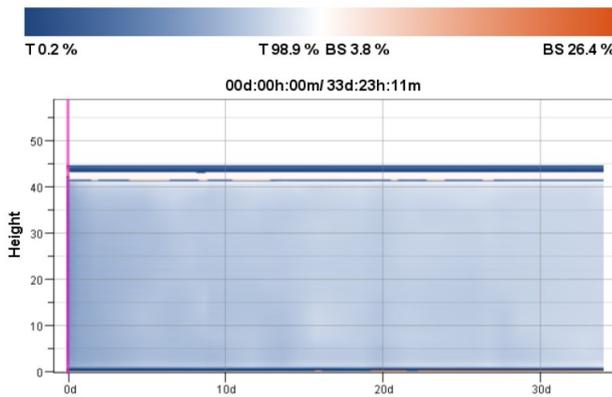
Fonte: IPT- LPP

LPP – Lab. Processos Químicos e Tecnologia de Partículas

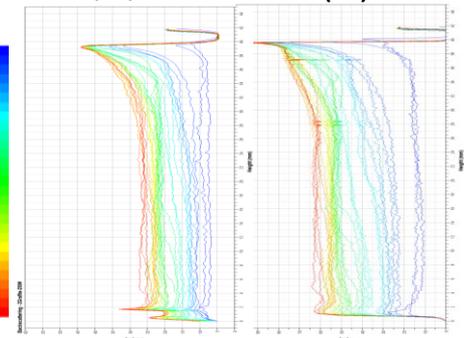
Responsável: Kleber Lanigra Guimarães (kleberlg@ipt.br)

Caracterização de produto

Turbidimetria dinâmica



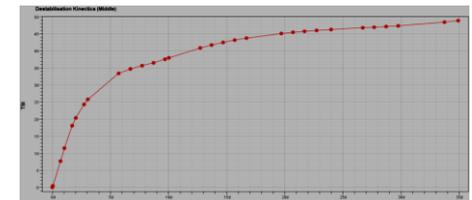
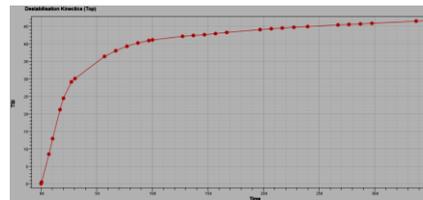
Backscattering Transmittância (%) (%)



Lubrificante e grafite

(amostra real)

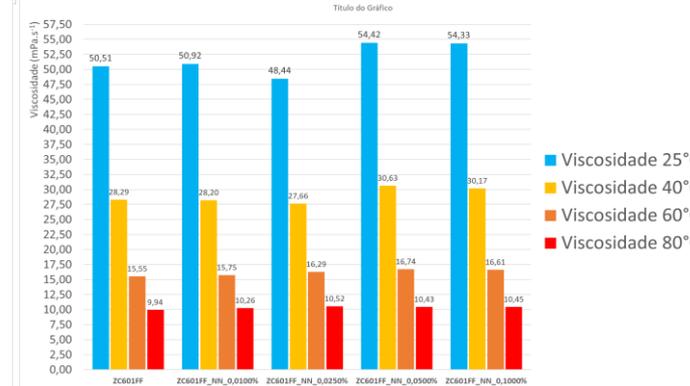
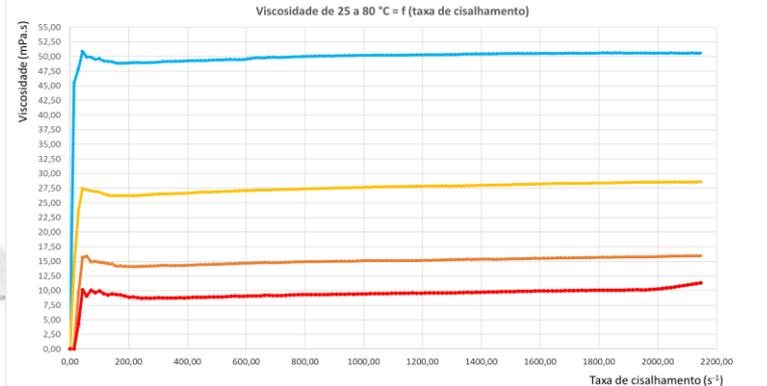
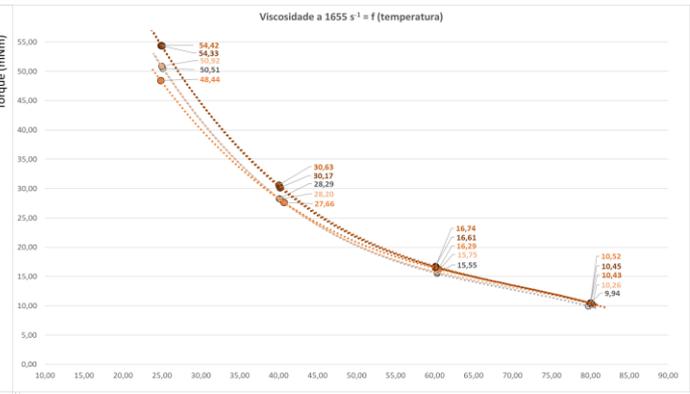
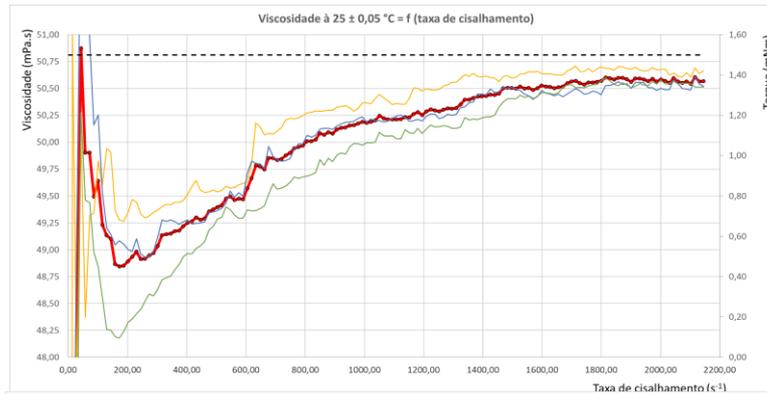
Fonte: IPT- LPP



Estabilidade

Caracterização de produto

Reometria



Reometria de lubrificante com nanopartícula (amostra real)

Fonte: IPT- LPP

CQUIM

LCL

LAQ

LRM

LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

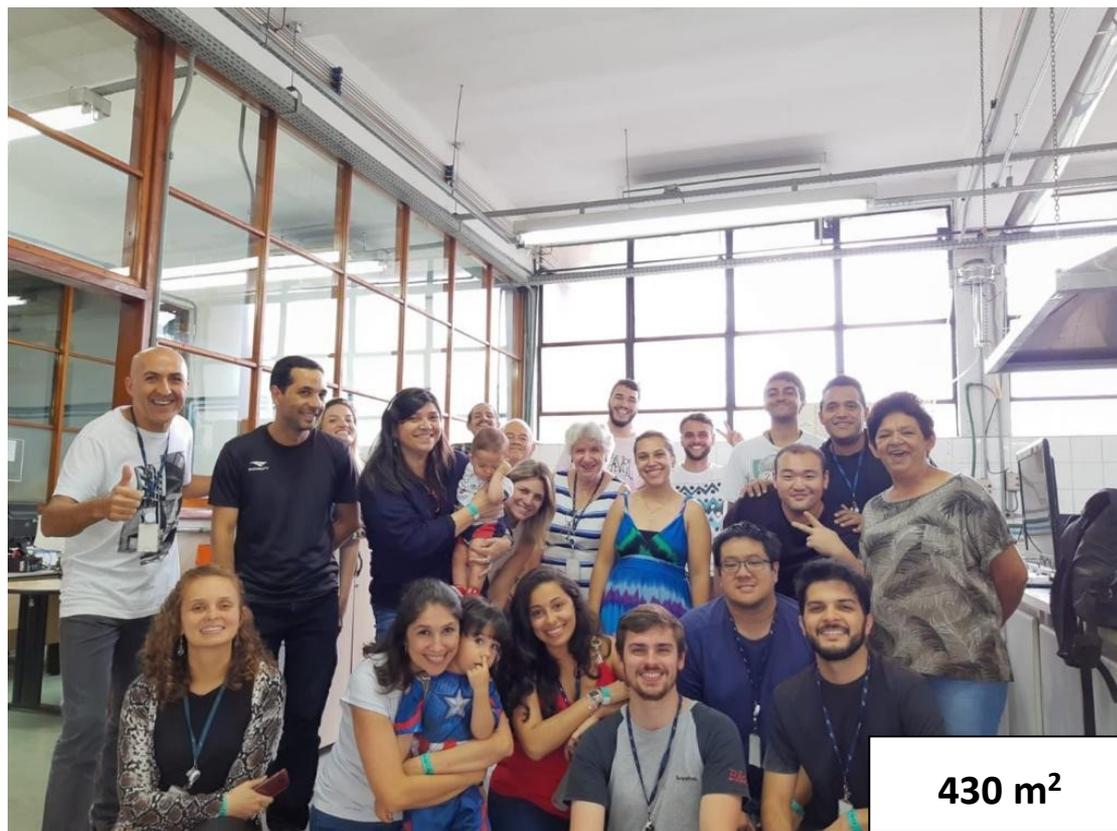
Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)



Infraestrutura Laboratorial

Recursos Humanos em 2020

Pesquisadores	5
Assistentes de Pesquisa	3
Técnicos	4
Auxiliar de laboratório	1
Estagiários	4
Apoio administrativo	1
Coletor de amostra	2
Total	20



LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)

Avaliação da conformidade e adulteração de combustíveis automotivos



Gasolina automotiva

Ensaio conforme Resolução ANP n° 40/13

Etanol combustível (anidro e hidratado)

Ensaio conforme Resolução ANP n° 19/15

Óleo diesel rodoviário

Ensaio conforme Resolução ANP n° 50/13

Biodiesel

Ensaio conforme Resolução ANP n° 45/14



LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)

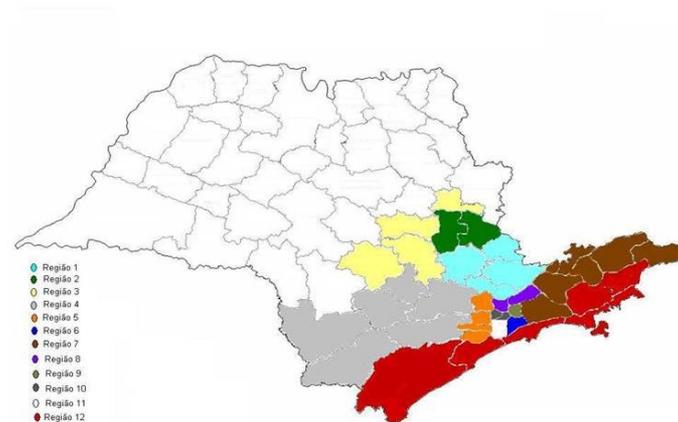
Avaliação da conformidade e adulteração de combustíveis automotivos

6.000 postos revendedores de combustíveis
237 municípios do estado de São Paulo

410 postos por mês

410 Amostras de Gasolina
250 Amostras de etanol
328 Amostra de diesel

5.700 determinações/ensaios por mês



LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)



Projetos em biomassa e resíduos para fins energéticos

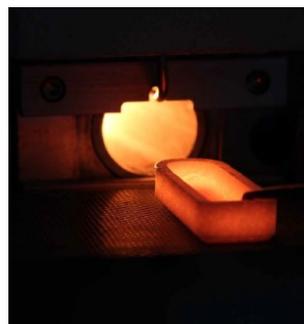
■ Caracterização de biomassas típicas, RSU e RSI



LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)

Avaliação físico-química de lubrificantes básicos aditivados com nanopartículas



Cinzas sulfatadas

Cor ASTM

Corrosividade ao cobre

Enxofre

Massa específica a 20 °C

Ponto de fluidez

Ponto de fulgor

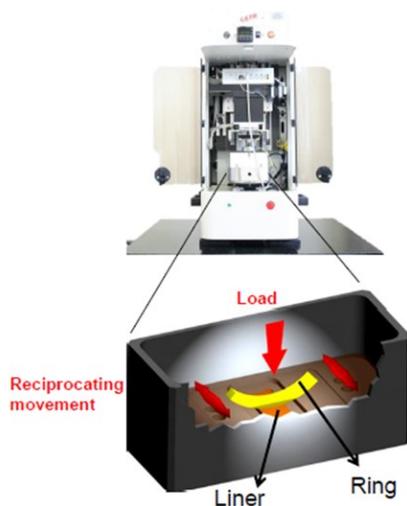
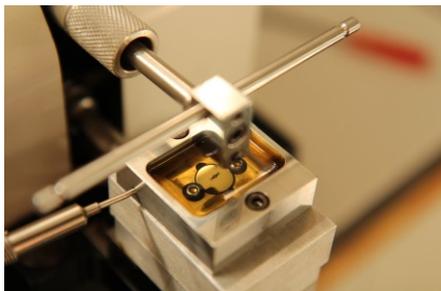
Viscosidade cinemática

Demulsibilidade

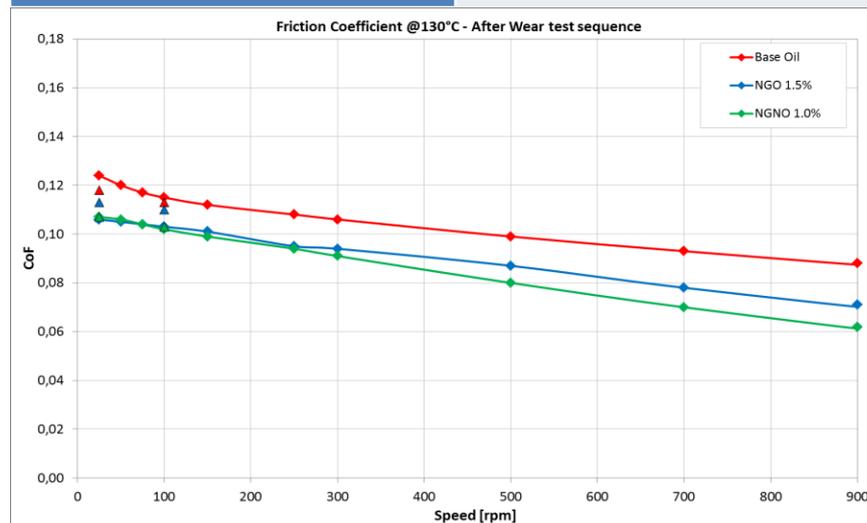
LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)

Estudo de oxidação (HFRR x UMT – parceria Mahle)



Amostra	WSD (μm)
105/14	179 \pm 50
na 1,5 % (m/m)	241 \pm 50
nn 1,5 % (m/m)	152 \pm 50
ng 1,5 % (m/m)	178 \pm 50
ng 0,05 % (m/m) + nn 0,05 % (m/m)	149 \pm 50
ng 0,5 % (m/m) + nn 0,5 % (m/m)	158 \pm 50



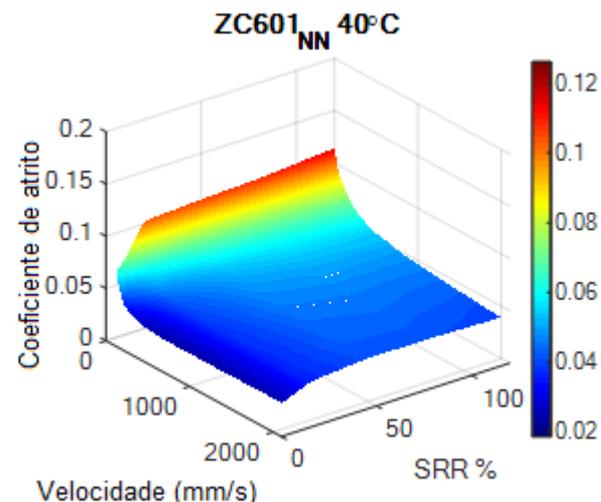
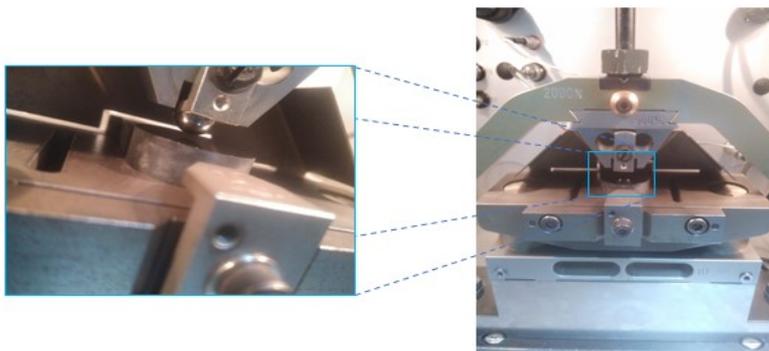
LCL – Lab. de Combustíveis e Lubrificantes

Responsável: Marcelo Aparecido Mendonça (marmend@ipt.br)

Avaliação tribológica de lubrificantes aditivados com nanopartículas

- Óleo de transmissão
- Grafeno
- POLI/USP
- Coeficiente de atrito
- Desgaste

Amostra	WSD (μm)
Referência	130
NN 0,1 %	138
NN 0,05 % + NG 0,05%	154
NG 0,1 %	168
Nanoplaca de Grafite	144
Nanoplaca de grafite #200	154
Grafeno A	95
Grafeno B	159



LET – Lab. de Engenharia Térmica / Lab. de Motores

Responsável: Rafael Rodrigues de Mello (rmello@ipt.br)

Avaliação de desempenho de motores à combustão interna

- **Homologação de Motores - ciclo Diesel**
Acreditação pela CETESB para avaliação de motores atendendo ao Proconve P-7 e MAR-I
- **Ensaio de desempenho, emissões e durabilidade - ciclos Otto e Diesel**
Avaliação de desempenho e consumo específico para novos desenvolvimentos e para aditivos em combustível ou em óleo lubrificante
- **Ensaio de desempenho de biocombustíveis líquidos e gasosos - ciclos Otto e Diesel**
Avaliação de desempenho e consumo específico para novos desenvolvimentos e para aditivos em combustível ou em óleo lubrificante
- **Ensaio em condições reais de uso (RDE)**
Desenvolvimento de metodologia para avaliação de desempenho de emissões em condições reais de uso
Avaliação comparativa laboratório vs campo
Será necessário para as fases Proconve L7/8 e P8

LET – Lab. de Engenharia Térmica / Lab. de Motores

Responsável: Rafael Rodrigues de Mello (rmello@ipt.br)

Ficha dos Equipamentos - Bancos dinamométricos

Banco 1

- **Dinamômetro:** Schenck D360
- **Sistema de controle:** SPTronic ECAT
- **Potência Máxima:** 360 kW (482 hp)
- **Torque máximo:** 1300 N.m
- **Rotação máxima:** 6000 rpm
- **Equipamentos:**
- Balança de combustível AVL 733*

Banco 2

- **Dinamômetro:** HOFMANN I2D - Eddy Current (Corrente de Foucault)
- **Sistema de controle:**
- Labview C-Rio
- **Potência Máxima:** 160 kW (214 hp)
- **Torque máximo:** 600 N.m
- **Rotação máxima:** 9000 rpm
- **Equipamentos:**
- Balança de combustível AVL 733*

Banco 4

- **Dinamômetro:** Schenck D700
- **Sistema de controle:** SPTronic ECAT
- **Potência Máxima:** 700 kW (938 hp)
- **Torque máximo:** 3000 N.m
- **Rotação máxima:** 7500 rpm
- **Equipamentos:**
- Balança de combustível AVL 733S
- AVL 472 *Smart Sampler*

(*) Item compartilhado

LET – Lab. de Engenharia Térmica / Lab. de Motores

Responsável: Rafael Rodrigues de Mello (rmello@ipt.br)

Ficha dos Equipamentos - Bancos dinamométricos

Banco 3

- **Dinamômetro Passivo:** AVL Modelo Dynoperform 500
- **Software de operação:** AVL Puma Open 1.3
- **Potência Máxima:** 500 kW (670 hp)
- **Torque máximo:** 2000 N.m
- **Rotação máxima:** 8000 rpm
- **Equipamentos:**
 - AVL 735S *Fuel Flow Meter*
 - AVL 753C *Fuel Temperature Controller*
 - Sensor de fluxo de ar DN150

Equipamentos comuns Bancos 3 e 5

- Horiba MEXA 7500
- AVL ACS *Consysair* 2400
- Horiba PM *Sampler* MDLT 1302TM
- FTIR Horiba
- Sala de pesagem de material particulado
- AVL *Smokemeter* 415S

Banco 5

- **Dinamômetro Transiente:** AVL Modelo APA 330/1400
- **Software de operação:** AVL Puma Open 1.3
- **Potência Máxima:** 330 kW (442 hp)
- **Torque máximo:** 1400 N.m
- **Rotação máxima:** 8000 rpm
- **Capacidade para rodar ciclos:** ESC, ETC e ELR.
- **Equipamentos:**
 - Sensor de fluxo de ar DN100
 - AVL 735S *Fuel Flow Meter*
 - AVL 753C *Fuel Temperature Controller*
 - AVL *Opacimeter* 4390
 - AVL *Throttle Control*
 - AVL *Consyscool* 553-350

LET – Lab. de Engenharia Térmica

Responsável: Rafael Rodrigues de Mello (rmello@ipt.br)

Ficha dos Equipamentos – RDE (Real Driving Emissions)

PEMS

(Portable Emissions Measurement System)

- **Modelo:** OBS-2200
- **Fabricante:** Horiba
- **Ranges de medição:**
 - CO: 0 a 0,5 vol% ou 0 a 10 vol%
 - CO₂: 0 a 5 vol% ou 0 a 20 vol%
 - HC: 0 a 1000 ppmC ou 0 a 10000 ppmC
 - NO_x: 0 a 100 ppm ou 0 a 3000 ppm
 - Vazão de gás de exaustão: 0 a 4,5 m³
 - até 0 a 45 m³

Sistema portátil capaz de realizar medições em condições reais de uso (RDE - *Real Driving Emissions*) de CO, CO₂, THC e NO_x motores à combustão interna



Sugestão de Projetos para 2020/2021

- Matriz de lubrificante
- Aditivação de lubrificantes com nanopartículas de grafeno
- Aditivação de lubrificantes com nanopartículas de nióbio
- Biolubrificantes aditivados com grafeno (TRL 2)
- Rota 2030



Seu desafio é nosso.

Obrigado!