

Nº 179906

Soluções inovadoras para o saneamento sustentável: tecnologias emergentes e pesquisa aplicada

Luciano Zanella

*Palestra apresentada no
ENCONTRO TÉCNICO
AESABESP, 36.; CONGRESSO
NACIONAL DE SANEAMENTO
E MEIO AMBIENTE, 2025, São
Paulo. 34 slides*

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. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**



Encontro Técnico
AESABESP

Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



PESQUISA ACADÊMICA E FORMAÇÃO PROFISSIONAL: CONECTANDO ENSINO E MERCADO NO SANEAMENTO

SOLUÇÕES INOVADORAS PARA O SANEAMENTO SUSTENTÁVEL: TECNOLOGIAS EMERGENTES E PESQUISA APLICADA

Luciano Zanella
Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente
23.10.2025

CONEXÕES ENSINO E MERCADO

**tecnologias
emergentes**

wetlands
construídos

Resíduo
zero

desalinação
com baixo
consumo de
energia

recuperação
de
nutrientes

degradação
biológica de
plásticos

fotobioreatores

recuperação
de energia

eletroquímica
avançada

captação de
água do ar

digestão
anaeróbica
avançada

Infraestrutura
verde

aproveitamento
de água de
chuva

microalgas e
cianofíceas

reciclagem
química
avançada

biomimética

soluções
baseadas
em natureza

economia
circular

fontes
alternativas
e reúso

processos
oxidativos
avançados

mineração
de resíduos

gêmeos
digitais

sensores em
rede
IoT

Sequestro
de carbono

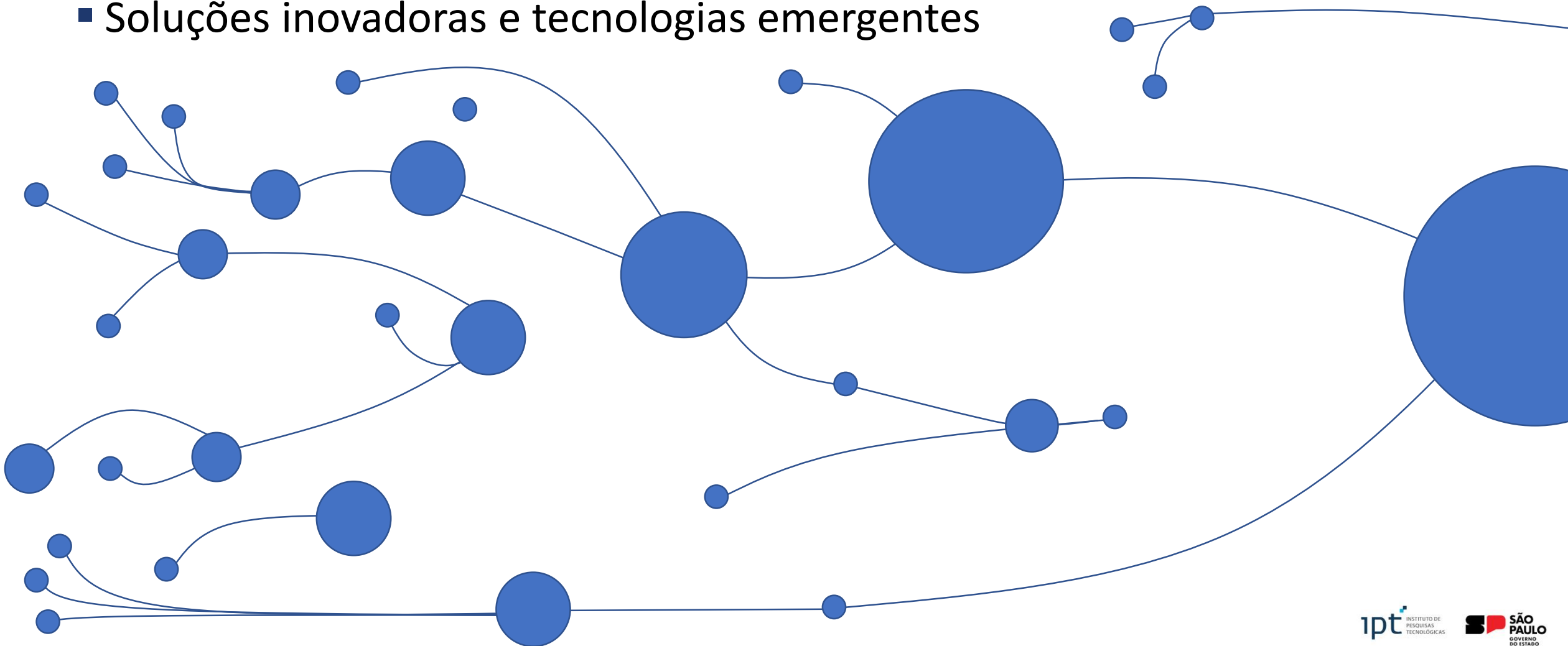
células de
combustível

drenagem
zero

membranas
de grafeno

CONEXÕES ENSINO E MERCADO

- Soluções inovadoras e tecnologias emergentes



SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Pesquisa básica

Pesquisa básica gera compreensão científica

- conhecimento teórico e fundamentos científicos

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

**Pesquisa
aplicada**

Pesquisa aplicada gera inovação tecnológica

- transforma conhecimento em soluções

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Ensino e formação

Ensino gera formação e capacitação profissional

- dissemina informações e capacita profissionais

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Aplicação

Aplicação gera impacto social e ambiental

- valida, usa e tira proveito das soluções

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

**Novas
questões**

Novas questões geram novas necessidades

- retroalimentação do sistema e desenvolvimento

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES



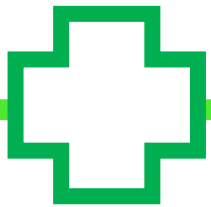
SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Pesquisa aplicada

Pesquisa em diversas escalas
experimental (laboratório)
piloto (escala reduzida)
campo (*living labs*)

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Pesquisa
aplicada



Ensino e
formação

Pesquisa + formação

Pesquisa colaborativa

trabalhos em rede

desenvolvimento conjunto

transferência de conhecimento

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Ensino e formação

Transferência de conhecimento

clareza e adequação de linguagem

relevância

formatos e canais adequados

abrangência

consideração dos diversos públicos

SOLUÇÕES INOVADORAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

Ensino e formação

Transferência de conhecimento

comunidade científica/acadêmica

tomadores de decisão

gestores públicos e formuladores de políticas

setor produtivo

profissionais habilitados

público não técnico

formação de base

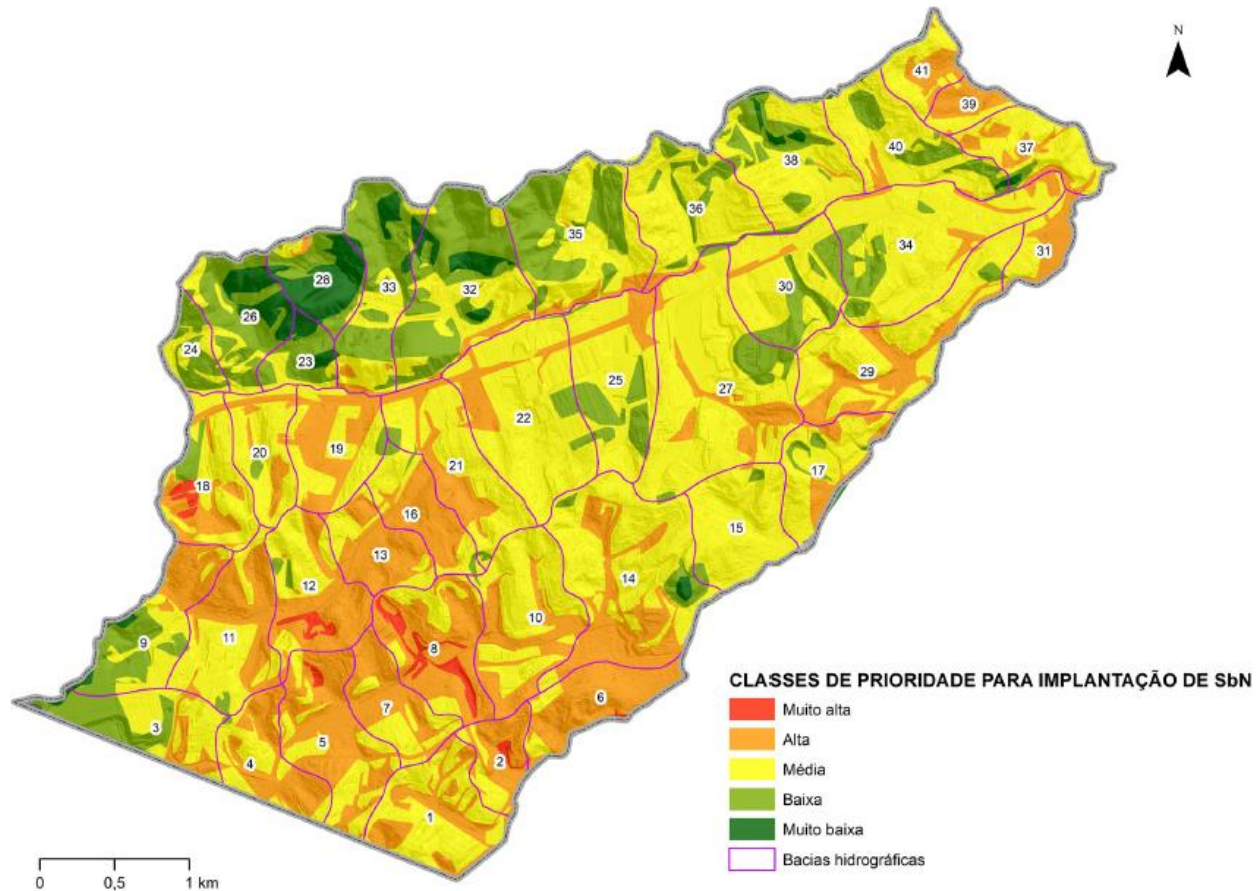
TABOÃO – PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

- Mapeamento de áreas prioritárias para compensações ambientais e enriquecimento florestal nas Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Taboão da Serra
- Projeto Fehidro
- Mais de 25 profissionais envolvidos (IPT e Prefeitura de Taboão de Serra)
- Objetivo:
 - Desenvolver método de seleção de bacias hidrográficas prioritárias para compensações ambientais e enriquecimento florestal nas áreas de preservação permanente (APP)
 - Elaborar o diagnóstico das APPS, a seleção de áreas e o plano de ação

TABOÃO – PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

- Foco:
 - Serviços ecossistêmicos e proteção de mananciais
- Principais critérios considerados
 - CR1 – Porcentagem de cobertura vegetal na paisagem
 - CR2 – Distância da área verde por habitante
 - CR3 – Atenuação do desconforto térmico
 - CR4 – Áreas sujeitas ao acúmulo de água
 - CR5 – Produção de sedimentos
 - CR6 – Presença de serviços de saneamento
 - CR7 – Ocupação em áreas de risco
 - CR8 – Densidade de árvores em vias
 - CR9 – Conectividade da paisagem

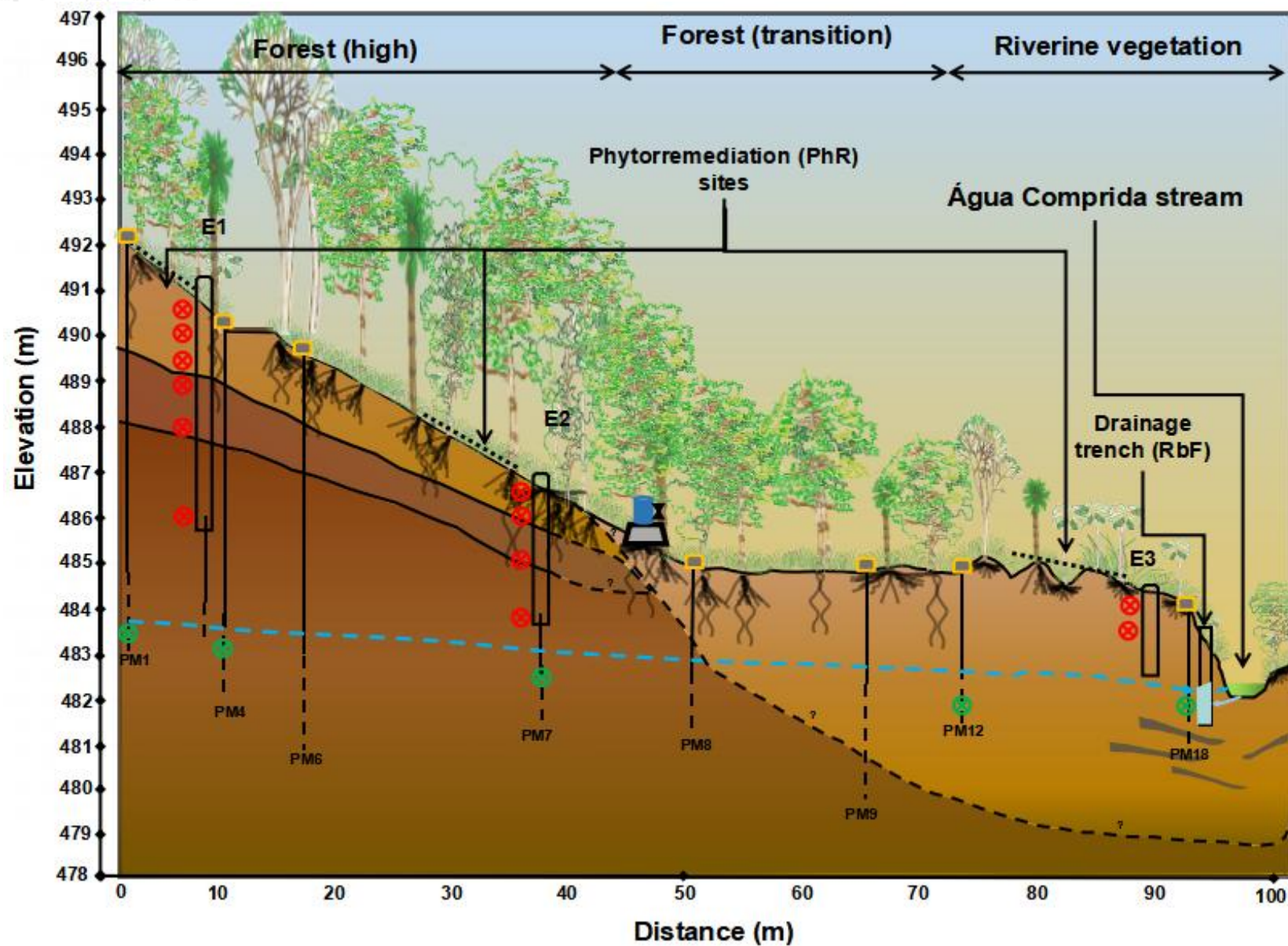
TABOÃO – PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

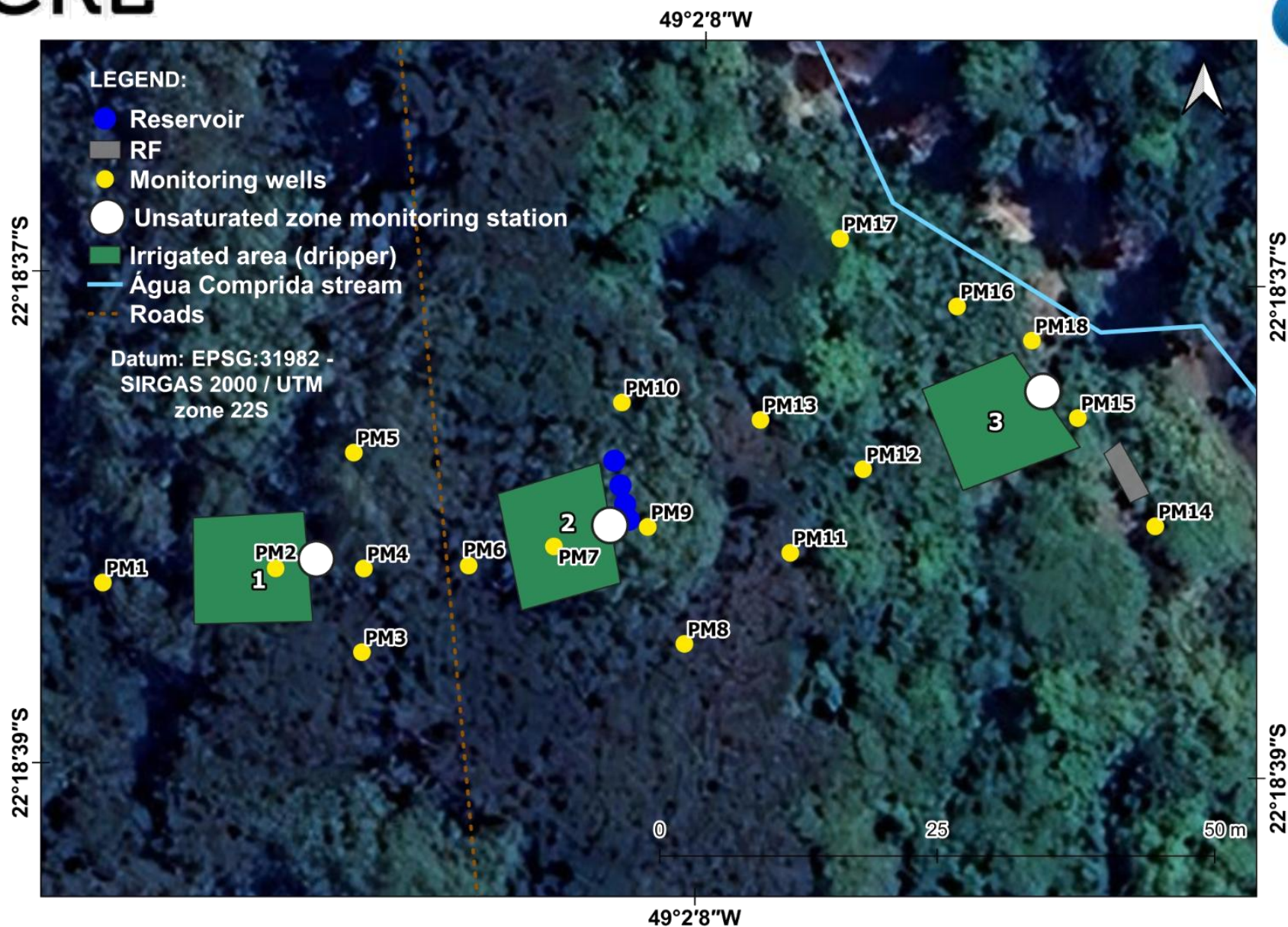


- Soluções Integradas de Água para Cidades Resilientes
- Coordenação: Instituto de Geociências da USP – Projeto Fapesp
- Cerca de 80 profissionais e estudantes de mais de 20 instituições nacionais e estrangeiras
- Objetivo central
 - criar soluções que reduzam a vulnerabilidade no abastecimento urbano e rural e tratem as águas contaminadas a partir do uso integrado de métodos clássicos e inovadores de engenharia, gestão e técnicas baseadas na natureza

- Estruturado em 6 eixos
 - WP1 - Contaminação por nitrogênio e vulnerabilidade às mudanças climáticas
 - WP2 - Soluções baseadas na natureza para incrementar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos
 - WP3 - Sistema in situ e tratamento da contaminação das águas subterrâneas urbanas
 - WP4 - Uso conjunto de múltiplas fontes de água para abastecer a cidade e a agricultura
 - WP5 - Métodos econômicos e políticos para incentivar a gestão sustentável das águas e melhorar a segurança hídrica
 - WP6 - Investigação de processos do ciclo do nitrogênio em escala de poro

- Foco
 - Soluções baseadas em natureza
 - Contaminação por nitrato





CCD – CIDADES CARBONO NEUTRO



- Centro de Ciência para o Desenvolvimento: Cidades Carbono Neutro
- Cerca de 140 profissionais e estudantes de 39 instituições nacionais e internacionais
- Coordenação e sede: IPT – Projeto Fapesp
- Objetivo central
 - Apoiar centros urbanos no enfrentamento das mudanças climáticas, promovendo soluções para aumentar a resiliência e reduzir emissões, com foco em setores-chave e uso de tecnologias baseadas na natureza, visando um futuro mais sustentável.



CCD – CIDADES CARBONO NEUTRO

- Estruturado em 7 eixos
 - Trilha 1 – Desenvolvimento urbano sustentável
 - Trilha 2 – Edificações e construção civil
 - Trilha 3 – Infraestrutura viária e mobilidade
 - Trilha 4 – Energias e insumos renováveis
 - Transversal 1 – descarbonização
 - Transversal 2 – transformação digital
 - Transversal 3 – políticas públicas, capacitação, redes potencializadoras
- Foco
 - Sequestro de carbono e descarbonização

CCD – CIDADES CARBONO NEUTRO

- Projeto da trilha desenvolvimento urbano sustentável
 - Método de modelagem computacional do efeito da aplicação de SbN com vistas à drenagem de águas pluviais urbana e conforto térmico;
 - Método para estimar estoque de carbono acima e abaixo do solo e levantamento de espécies potenciais para uso em tipologias de SbN com foco em estoque de carbono.
- Projeto da trilha energia e insumos renováveis
 - Obtenção de insumos e energia de baixo carbono a partir de resíduos orgânicos urbanos;
 - Emissões fugitivas de metano em aterros sanitários.

CCD – CIDADES RESILIENTES A INUNDAÇÕES

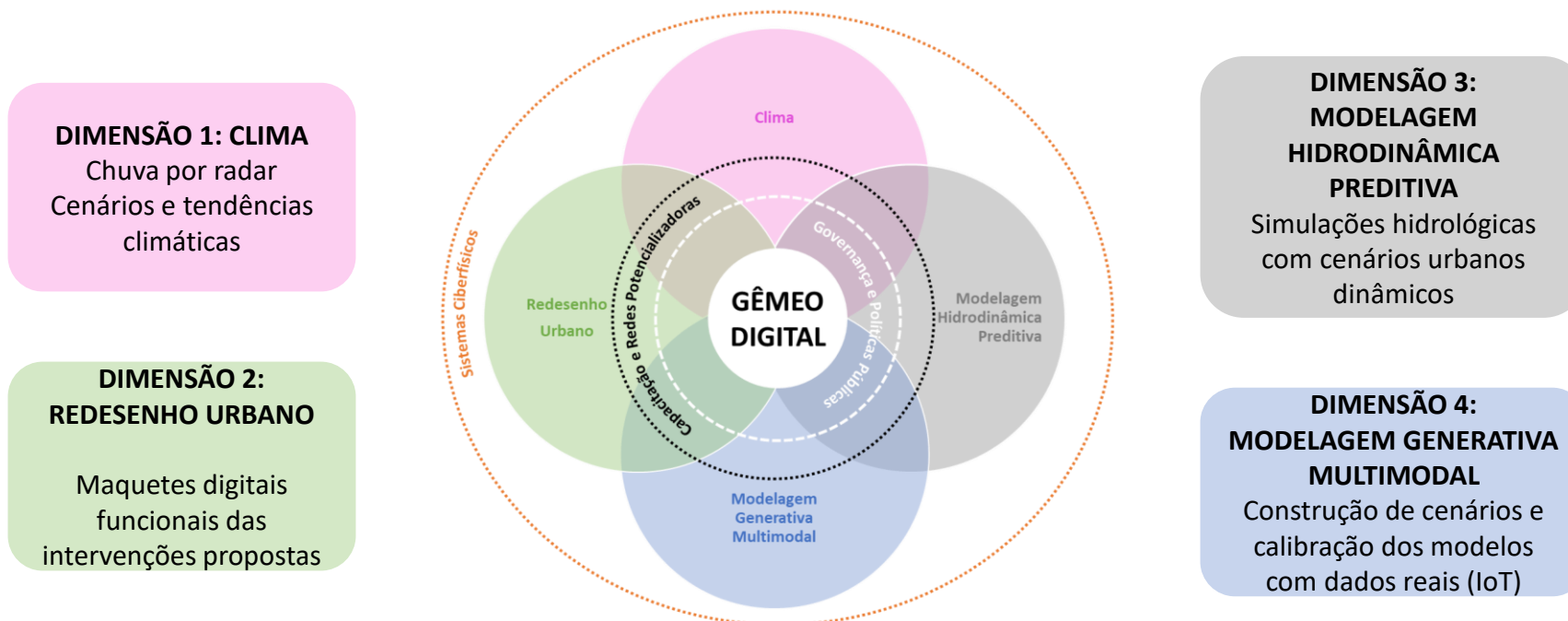
- Centro de Ciência para o Desenvolvimento: Cidades resilientes a inundações
- Mais de 40 profissionais de cerca de 15 instituições nacionais e internacionais (academia, setor público, privado e sociedade civil)
- Coordenação e sede: IPT – projeto Fapesp



- Objetivo:
 - Desenvolver soluções científicas, tecnológicas e urbanísticas para mitigar os impactos das inundações urbanas
- Foco:
 - Simulação e modelagem computacional

CCD – CIDADES RESILIENTES A INUNDAÇÕES

- Estruturado em 4 eixos
 - Dimensão 1 – Clima
 - Dimensão 2 – Redesenho urbano
 - Dimensão 3 – Modelagem hidrodinâmica preditiva
 - Dimensão 4 – Modelagem generativa multimodal



CADERNO DE TIPOLOGIAS URBANAS



- Programa Bairro Paulista: Cidades Sustentáveis - Caderno de tipologias urbanas modulares
- Iniciativa:
 - Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação - SDUH
 - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano – CDHU
 - Consultoria - IPT
- Objetivo:
 - Construir uma forma de transferência de conhecimentos aos municípios para acelerar o planejamento e inovações urbanísticas nas cidades paulistas com vistas ao Plano de Ação Climática 2050 – PAC2050 e as campanhas *Race to Zero* e *Race to Resilience*, aderidas desde 2021.



CADERNO DE TIPOLOGIAS URBANAS

- Foco:
 - Modernização conceitual de soluções utilizadas pelos municípios
- Estruturado em 8 eixos
 - Manejo de Águas Pluviais,
 - Manejo de Sistemas Hídricos,
 - Áreas Verdes Multifuncionais,
 - Mobilidade,
 - Pavimentação de Vias,
 - Equipamentos,
 - Eficiência Energética,
 - Sinalização.

CADERNO DE TIPOLOGIAS URBANAS

BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS

CADERNO DE TIPOLOGIAS URBANAS MODULARES



Desenvolvimento Urbano e Habitação

Secretaria de



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO SÃO TODOS

VERSÃO 2.1 AGOSTO 2025

Estrutura do Caderno de Tipologias Urbanas Modulares - ago/2025

BAIRRO PAULISTA: CIDADES SUSTENTÁVEIS

EIXO	TIPOLOGIA	APLICAÇÃO	EIXO	TIPOLOGIA	APLICAÇÃO
 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	Aproveitamento de Águas Pluviais	• Bacia de Infiltração	 PAVIMENTAÇÃO DE VIAS	Asfalto Ecológico	
	Drenagem	• Biovaleta • Canteiro de Chuva • Jardim de Chuva • Bloco Intertravado • Concregrama • Concreto Permeável • Fulget		Estabilizador Geocélula	
	Pisos Drenantes			Pavimentação Intertravada	
 MANEJO DE SISTEMAS HÍDRICOS	Córregos e Rios	• Despoluição por Bioestimulação • Despoluição por Fitorremediação • Renaturalização	 EQUIPAMENTOS	Pavimentação Permeável	
	Lagos	• Despoluição por Bioestimulação • Despoluição por Fitorremediação		Mobiliário Urbano	• Arquibancada • Árvore Solar • Bancos • Bebedouro • Deck • Lixeira • Mesas • Paraciclo • Pergolado
	Renaturalização de Canais			Polo Cultural	• Arena • Centro Comunitário • Ponto de Encontro e Trocas
	Renaturalização de Nascentes			Prática de Esportes e Lazer	• Parque Infantil • Pista de Skate • Quadra Poliesportiva
 ÁREAS VERDES MULTIUSO	Parque	• Parque Urbano • Floresta Urbana • Parque Linear	 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	Resíduos Sólidos	• Composteira • Ecoponto • Material Reciclável
	Praça	• Arborização Urbana • Horta Urbana • Pomar Urbano • Viveiro de Mudas		Energia Elétrica	• Poste de LED
	Vegetação Urbana			Energia Fotovoltaica	
 MOBILIDADE	Acessibilidade		 SINALIZAÇÃO	Aquecimento Solar	
	Calçada			Acessibilidade Universal	
	Ciclovário	• Ciclofaixa • Ciclovia		Educação Ambiental	
	Faixa Elevada			Sinalização Horizontal de Espaços Cicloviários	

Atualmente (Ago/2025), estão publicadas as 38 Fichas Técnicas em destaque.
As demais estão em desenvolvimento.

CDHU

Secretaria de
Desenvolvimento Urbano e Habitação



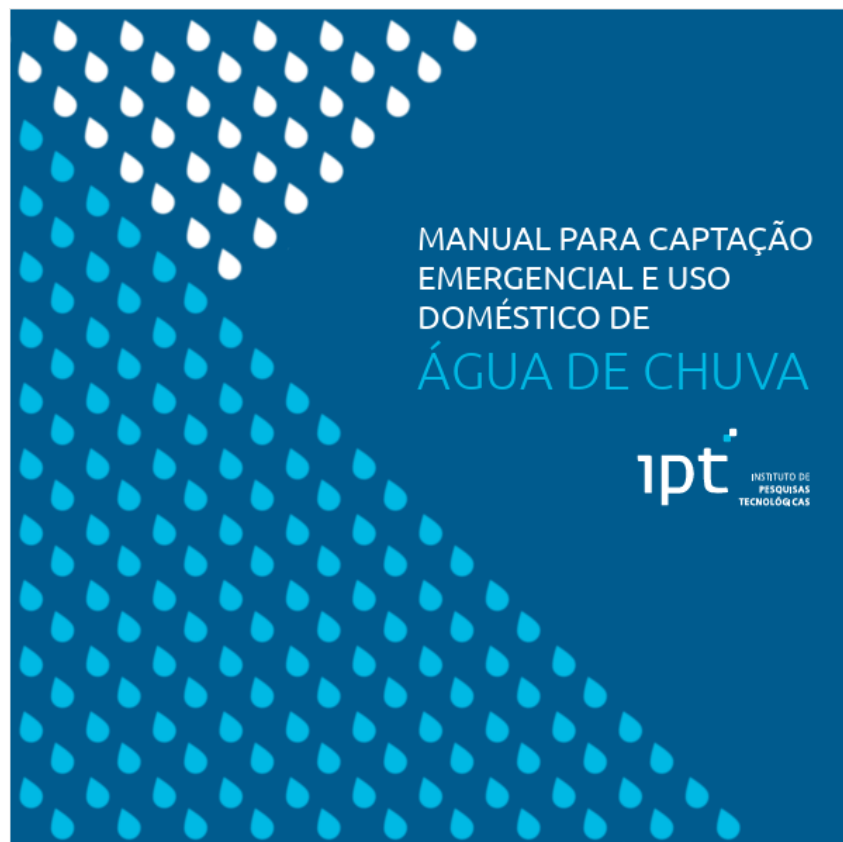
SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

CARTILHAS E CALCULADORA

- Transferência de conhecimento ao público não técnico
 - Período de estiagem prolongado entre 2014-2015
 - Cartilhas disponibilizadas gratuitamente e com ampla divulgação
 - Aproveitamento emergencial de água de chuva
 - Aproveitamento emergencial de água cinza
 - <https://ipt.br/publicacoes/>
 - Ferramenta para educação ambiental - Calculadora de uso da água
 - <https://calculadoradeagua.ipt.br>

CARTILHAS E CALCULADORA

- Transferência de conhecimento ao público não técnico



Água de chuva: usos e cuidados

Por que devemos ter cuidado ao usar água de chuva?

A chuva é formada quando o vapor d'água da atmosfera se condensa, produzindo pequenas gotas que precipitam em direção à terra.

Em áreas urbanas, a água entra em contato com poluentes, tanto no ar (poluição atmosférica) como nas superfícies onde a chuva cai (nos telhados, no piso e até nas folhas das árvores).

Quando cai, a chuva arrasta consigo esses poluentes. Por isso, o primeiro volume de água de chuva é o mais sujo.



Poluentes: partículas e substâncias encontradas na poeira existente naturalmente no ambiente, poluição gerada por fábricas, automóveis, ônibus e caminhões; terra levada pelo vento, restos de vegetais, fezes e restos de animais presentes nos telhados.

Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva 5

O que nunca fazer



Nunca coletar água do piso ou de alagamentos

A água acumulada no chão ou na rua é extremamente poluída e não deve ser coletada.



Nunca beber a água de chuva sem tratamento

A água de chuva não é potável e sua ingestão deve ser evitada. **Caso não haja alternativa**, você deve fazer os tratamentos indicados nas páginas 8 e 11 antes de consumi-la.



Nunca misturar a água de chuva no reservatório de água potável

A água de chuva possui impurezas e microorganismos, mesmo que pareça limpa. Misturá-la à água da rede de abastecimento significa contaminar a água potável.

24 IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CARTILHAS E CALCULADORA

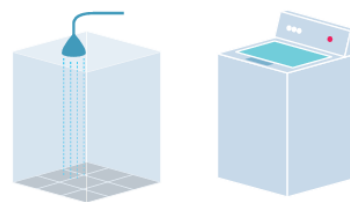
■ Transferência de conhecimento ao público não técnico



O que são águas cinza?

São chamadas de **águas cinza** as águas já utilizadas em tanques e máquinas de lavar roupa, no banho e em lavatórios de banheiro. Não se incluem as águas da pia da cozinha e da bacia sanitária.

Neste manual, trataremos apenas das águas cinza da máquina de lavar e do banho que, depois de usadas, ficam com aparências diferentes, dependendo dos produtos utilizados e da etapa de lavagem na máquina.



!!! Atenção:

Para lavar roupa ou tomar banho geralmente usamos água da rede pública (potável). Contudo, em situações emergenciais, pode-se usar água coletada da chuva. Nesse caso, adote os cuidados e procedimentos indicados no "Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva" publicado pelo IPT em março de 2015 (ver p. 28)

Como coletar a água

Que quantidade de águas cinza devo coletar?

Você deve decidir que volume de águas cinza coletar em função dos tipos de uso e do espaço disponível em sua residência para armazenar a água.

A previsão da quantidade necessária para suprir os usos depende, por exemplo, do número de bacias sanitárias, das áreas de piso e paredes a serem lavadas, e das áreas de irrigação.



* Considera-se o uso de 4 descargas por dia por pessoa. Esse valor pode variar de acordo com a quantidade de pessoas que vivem na residência, o tempo de permanência da família em casa, entre outros fatores.

CARTILHAS E CALCULADORA

■ Calculadora de água



Consumo

- Simulação de consumo com base em tempo e frequência de uso



Gestão de demanda

- Simulação do uso de equipamentos economizadores



Gestão de oferta

- Simulação do aproveitamento de água de chuva para a tipologia “casa”

ENSINO TECNOLÓGICO

- Mestrado profissional IPT
 - Habitação: planejamento e tecnologia
 - Processos industriais
 - Computação aplicada
- Cursos de especialização (*latu senso*)
 - Arquitetura em Madeira: Projeto e Tecnologia
 - Investigação do Subsolo: Geotecnia e Meio Ambiente
 - Materiais Compósitos e Polímeros
 - MBA Executivo em Energia
 - Segurança de Barragens

Obrigado!

- Luciano Zanella
- lucianoz@ipt.br



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



[instagram.com/ipt_oficial/](https://www.instagram.com/ipt_oficial/)



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

www.ipt.br

