

**Os desafios e oportunidades na recuperação e beneficiamento de resíduos orgânicos na Baixada Santista**

**Antonio Oswaldo Storel Junior**

**Camila Camolesi Guimarães**

**Fernanda Peixoto Manéo**

**Letícia dos Santos Macedo**

*Palestra apresentada na Oficina do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista, implementações de ações, PRGIRS/BS fase2, 20 set., 2023, Bertioga*

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**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
S/A - IPT  
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou  
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970  
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901  
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

[www.ipt.br](http://www.ipt.br)

OFICINA

## OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA RECUPERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA BAIXADA SANTISTA

**20.09 | 13h às 17h**

Local: Sesc Bertioga. Rua Pastor Djalma da Silva Coimbra, nº 20, Bairro Jardim Rio da Praia, Bertioga – SP.

### Programação

- 13h00 Recepção
- 13h15 Abertura: Márcio Melo Gomes - Presidente do Condesb e Prefeito de Mongaguá e Fernando Poyatos - Secretário de Meio Ambiente de Bertioga
- 13h30 Contextualização das ações e metas de redução e tratamento de resíduos orgânicos do Plano Regional de Resíduos Sólidos da Baixada Santista - Leticia Macedo (IPT)  
Painel: Compostagem
- 13h50 Guia para implantação de centrais de compostagem para tratamento de resíduos orgânicos - Antônio Storel (Consultor) e Camila Guimarães (IPT)
- 14h40 Compostagem no Sesc Bertioga - Juarez Michelotti (Coordenador do Setor de Educação para Sustentabilidade)
- 15h00 Intervalo  
Painel: Biodigestão
- 15h30 Biodigestão Anaeróbica de Resíduos Sólidos Urbanos - Professor Dr. Eduardo Delosso Penteadó (UNIFESP)
- 16h00 Apresentação sobre biodigestor de Bertioga e projeto CCD Circula - Fernanda Peixoto (IPT)
- 16h30 Encerramento

Link para inscrição: [conteudo.ipt.br/bertioga](https://conteudo.ipt.br/bertioga)  
Ou acesse o formulário pelo QR Code ao lado.  
Evento gratuito e presencial.



# OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA RECUPERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA BAIXADA SANTISTA

Biodigestor de Bertioga e Projeto CCD-Circula  
20 de setembro de 2023



# ESCOPO

- PARCERIA IPT/BERTIOGA/BAIXADA SANTISTA
- DADOS DE BERTIOGA
- PROJETO RECICLOS
- BIODIGESTOR
- PROJETOS ATUAIS



# INTRODUÇÃO

➤ **Parceria  
IPT/Bertioga/Baixada Santista  
na área de resíduos**

1. RSU/Energia / Reciclos
2. PRGIRS/BS
3. Projetos diversos de continuidade da operação do biodigestor
4. PRGIRS/BS Fase II



# INTRODUÇÃO

## Dados de Bertioga

Ano de  
2015

29.724  
Toneladas  
de RSU

13.524  
Toneladas  
de FORSU

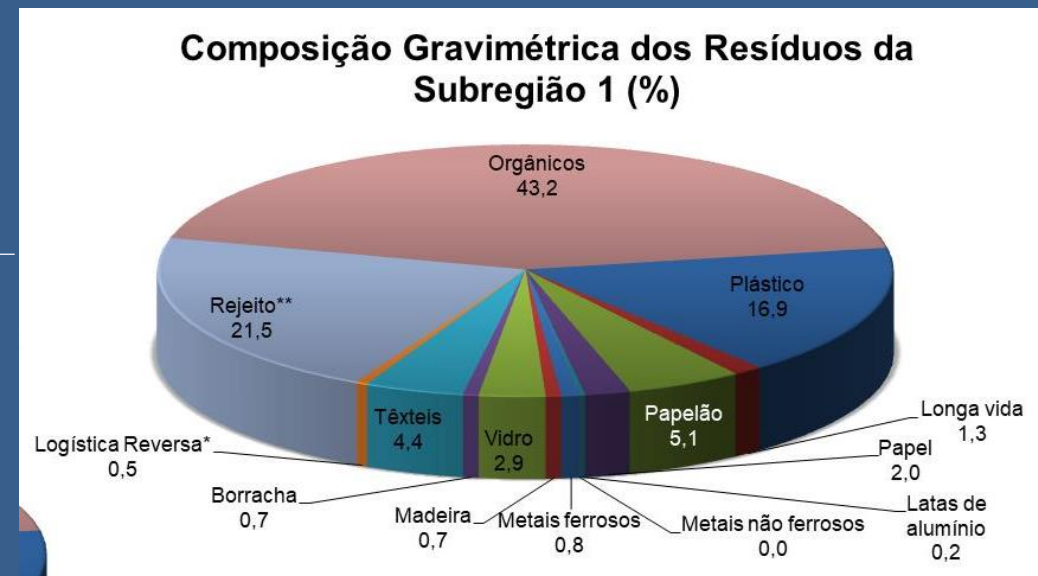
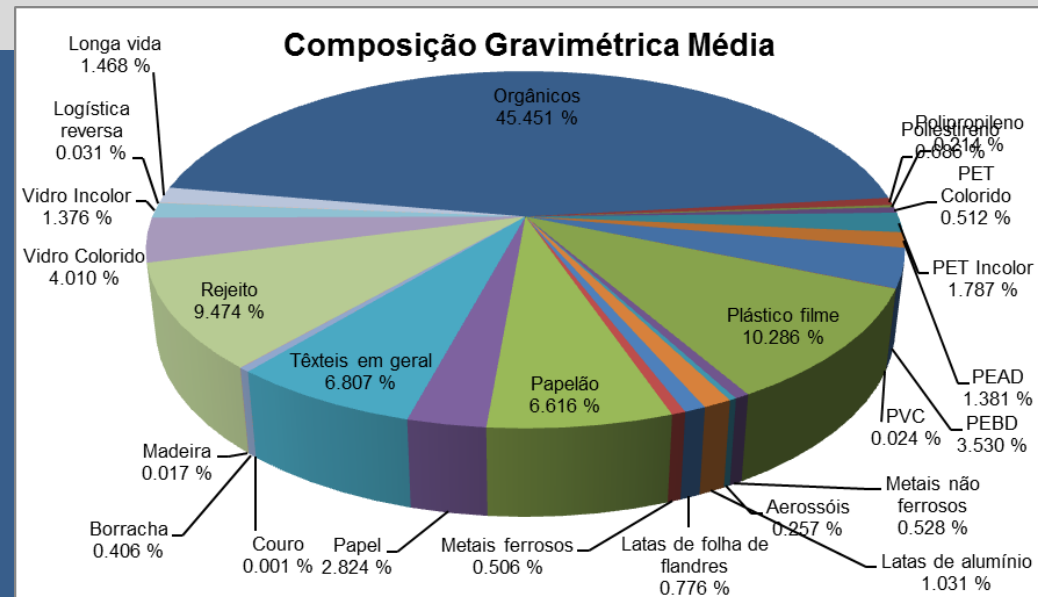
38  
t/dia de  
FORSU

Ano de  
2020

32.674  
Toneladas  
de RSU

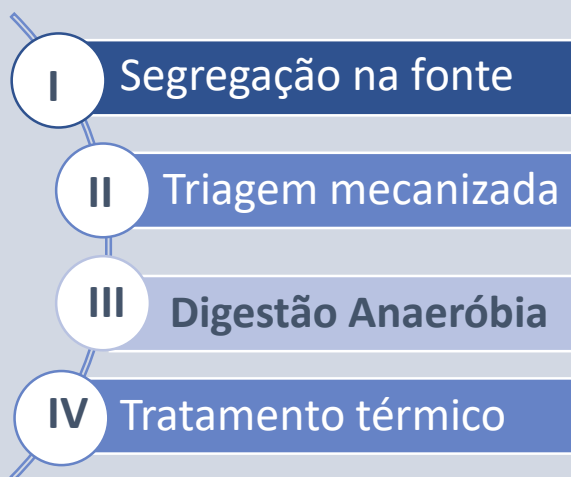
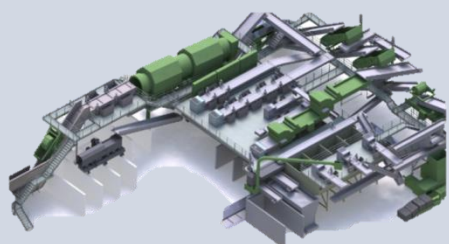
14.115  
Toneladas  
de FORSU

39  
t/dia de  
FORSU



# PROJETO RECICLOS

- Projeto do IPT em parceria com a Secretaria de Desenvolvimento do Estado de São Paulo e a Prefeitura de Bertioga
- Busca de alternativas tecnológicas de tratamento de RSU



I

Recicláveis, Orgânicos  
e Rejeito  
 $\pm 3$  t/dia



II

Orgânicos e Rejeito  
0,5 t/h



III

Orgânicos  
2 t/dia



IV

Rejeito  
5 kg/h



# PROJETO RECICLOS

## Módulo 1

Segregação  
na fonte

Recicláveis  
Orgânicos  
Rejeitos  
± 3 t/dia

Capacidade diária:  
1,0 tonelada



Capacidade diária:  
3,6 toneladas

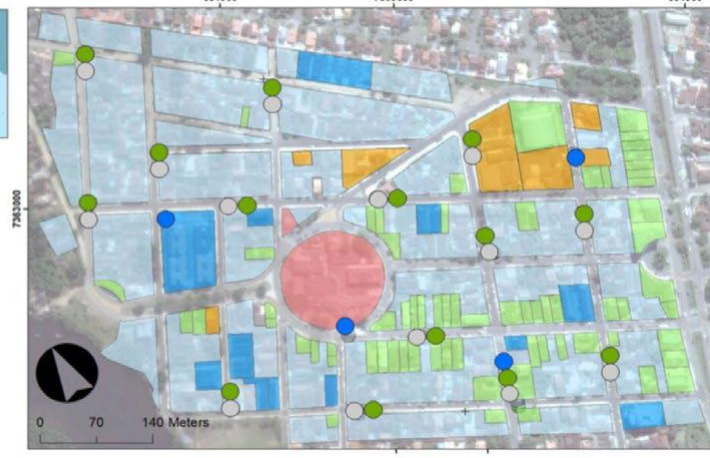


Capacidade diária:  
4,4 toneladas



### Legenda

- Comércios
  - Condomínio
  - Escolas
  - Residências
  - Hospital
- Contêineres
- Orgânicos
  - Recicláveis
  - Rejeitos





# PROJETO RECICLOS

## Módulo 3

Digestão  
anaeróbia

Redução estimada  
da fração orgânica

**43 %**

**10 t/túnel**



## Módulo 4

Tratamento  
térmico

Capacidade de  
processamento

**5 kg/h**



# PROJETO RECICLOS

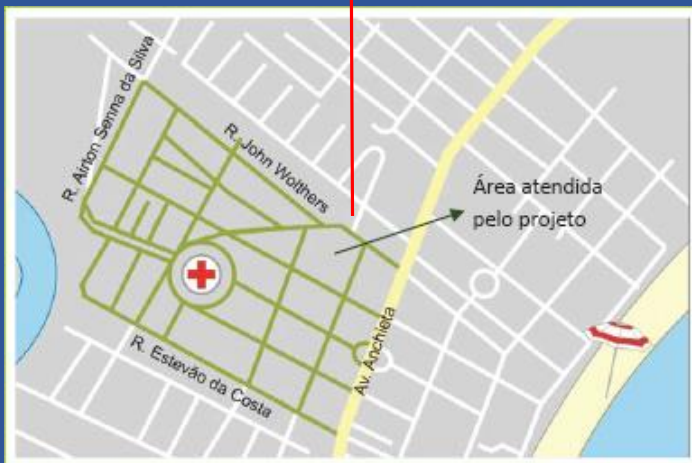
**ReCiclos**  
Bertioga  
transformando resíduos em oportunidades

**+2 mil**  
pessoas

Até 3  
toneladas  
de resíduos/dia

## Módulo I

Segregação na fonte  
Recicláveis  
Orgânicos  
Rejeitos



# TROMMEL → BIODIGESTOR

- Instalações na Cooperativa de triagem do Centro de Gerenciamento de Resíduos de Bertioga

ANTES

DEPOIS

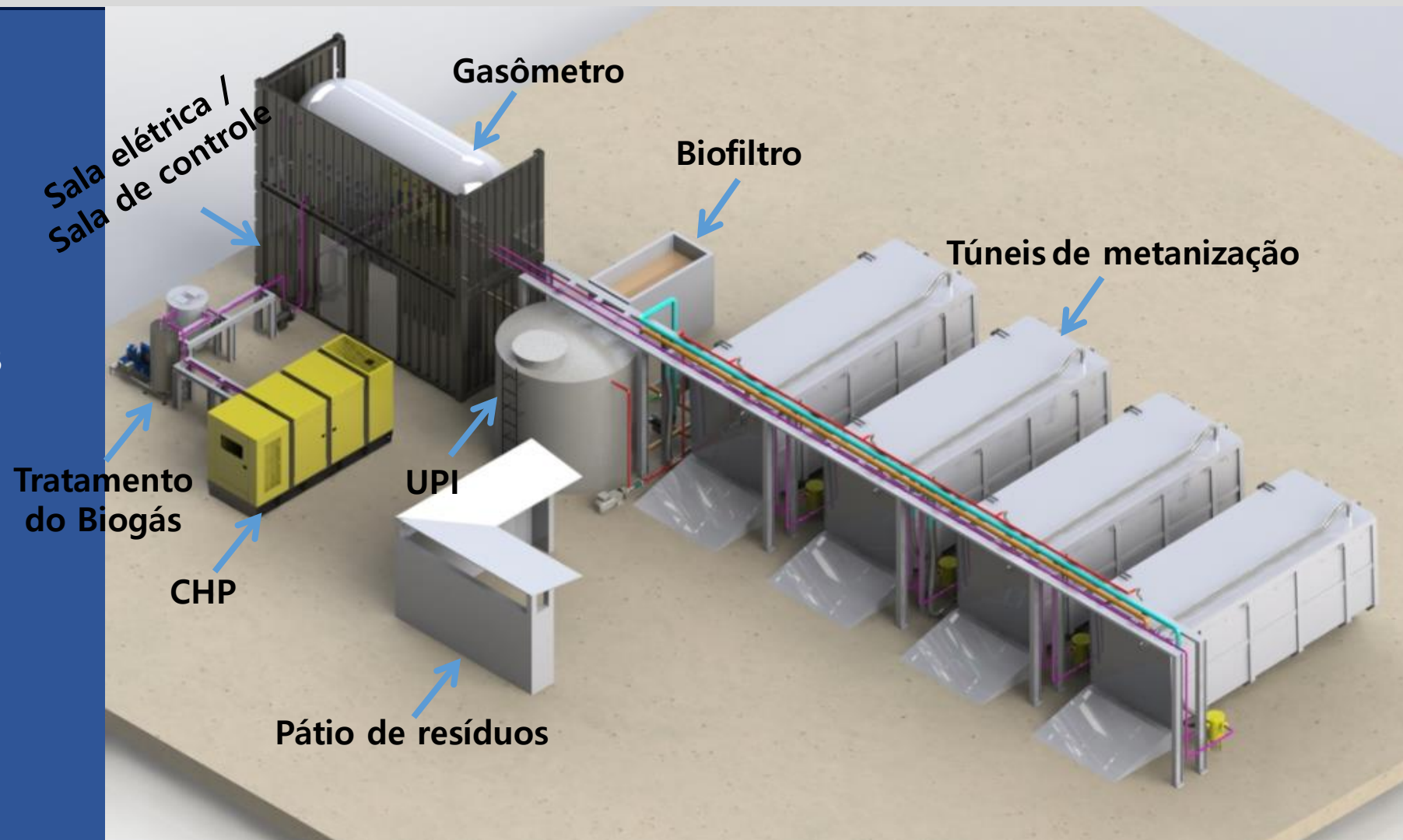


**Passante vai para a biodigestão**



# BIODIGESTOR

- Sistema extra-seco,
- Sistema de batelada
- Contêineres - 36m<sup>3</sup> (3m x 2,4m x 2,5m)
- Área ocupada: 14,4 m<sup>2</sup>

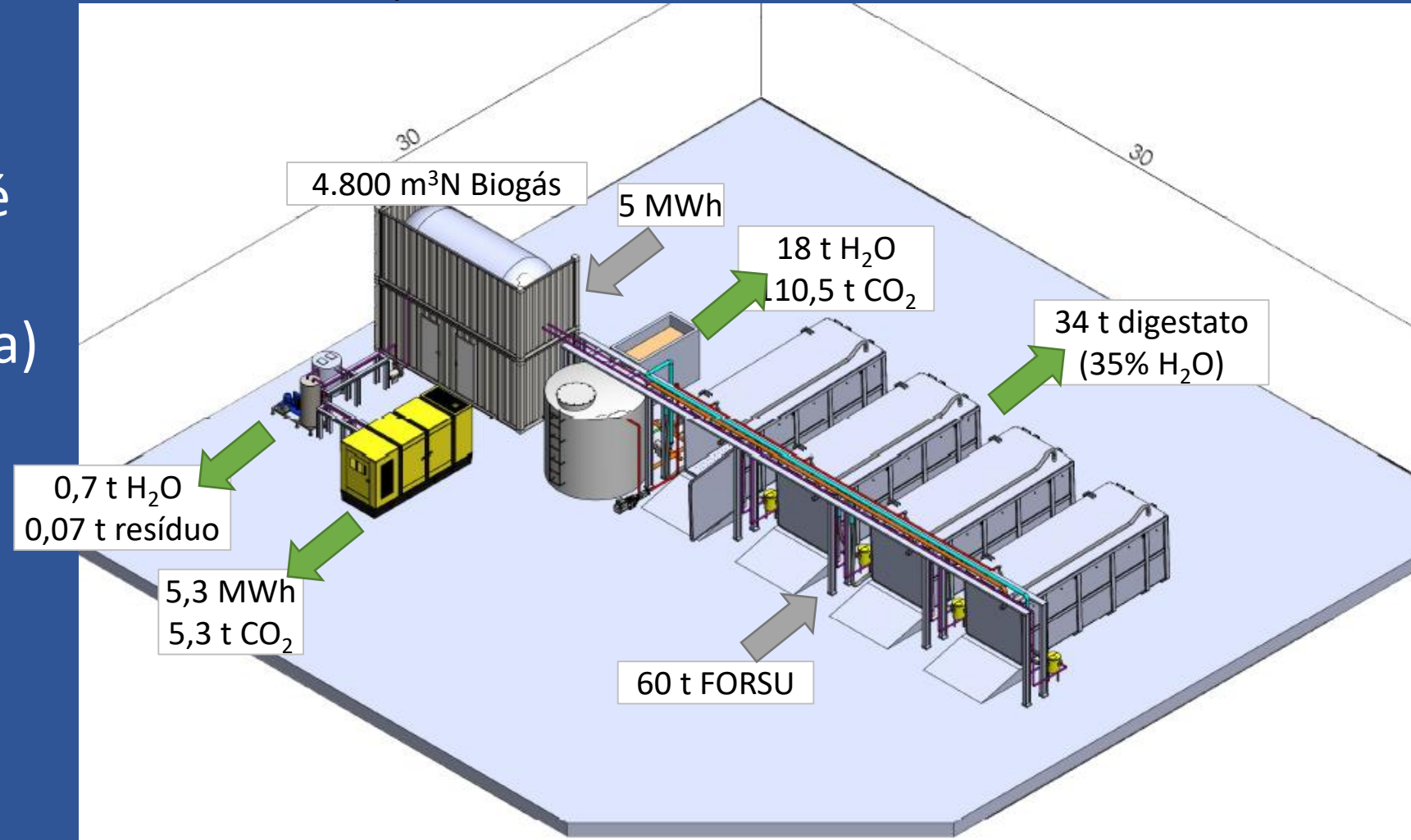


# BIODIGESTOR

Eficiência do processo (previsão mensal/ton de FORSU)	43%
Redução de massa do FORSU (digestato)	0,57 ton
Digestato	0,022 MW.h
Geração de energia elétrica excedente	80 m <sup>3</sup> N
Biogás (metano 57% v/v)	0,001 ton
Resíduos sólidos (purificação do biogás)	< 0,1 ton

Ciclo mensal aproximado

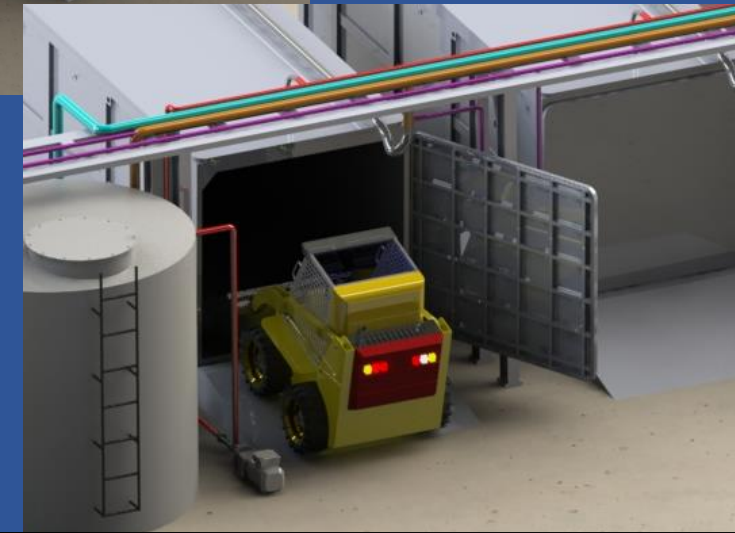
- Capacidade de tratamento de: até 60 t/mês (70 % FORSU + 30 % poda)
- Geração de biogás: 4800 Nm<sup>3</sup>
- 5 MWh (CHP)
- Geração de composto: 30 t/mês



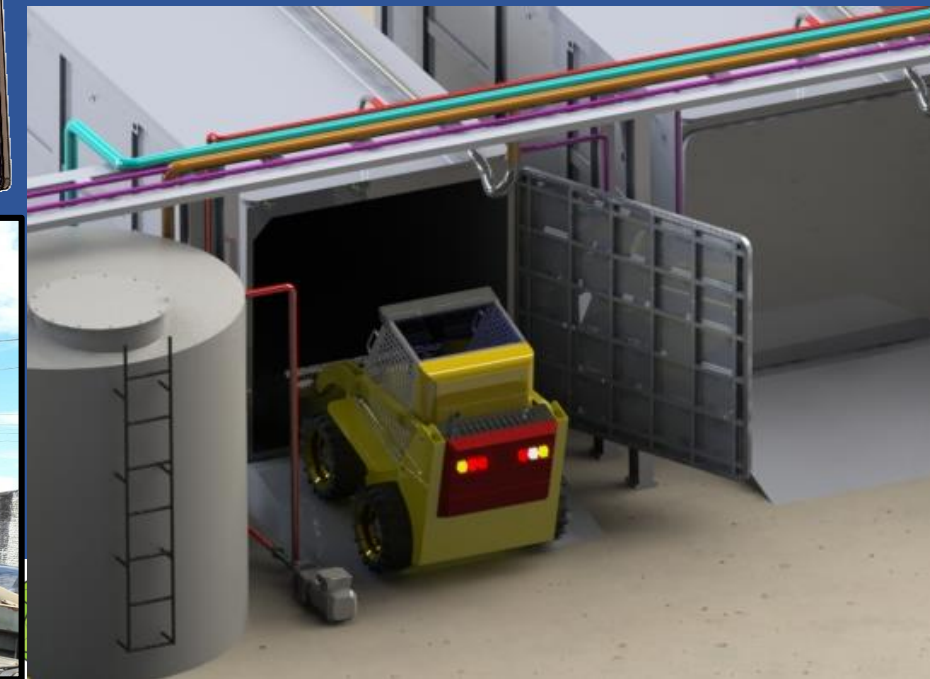
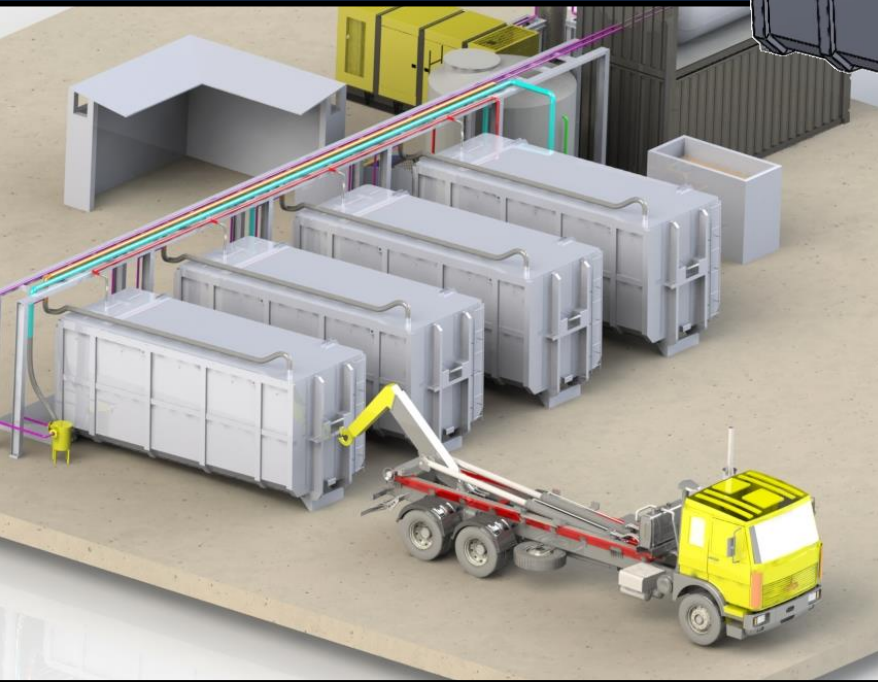
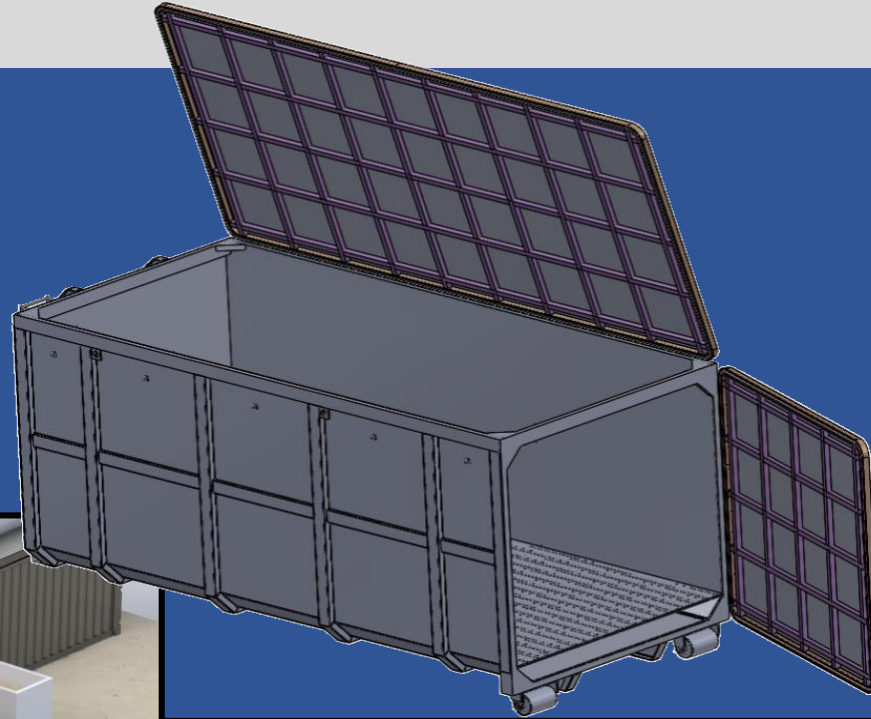
# FASES DE OPERAÇÃO

## ➤ Fases de operação $\pm$ 30 dias

- Fase - 1 – Interciclo – Duração estimada: 0 dias  $\pm$  3
- Fase - 2 – Carga de substrato – Duração estimada: 3 dias  $\pm$  2
- Fase - 3 – Fase Aeróbia – Duração estimada: 1 dias  $\pm$  1
- Fase - 4 – Ativação metanogênica – Duração estimada: 3 dias  $\pm$  2
- Fase - 5 – Fase Metanogênica – Duração estimada: 21 dias  $\pm$  5
- Fase - 6 – Decaimento Metanogênico – Duração estimada: 1 dias  $\pm$  1
- Fase - 7 – Renovação atmosférica – Duração estimada: 5 dias  $\pm$  3
- Fase - 8 – Descarga de Biomassa – Duração estimada: 1 dias  $\pm$  1



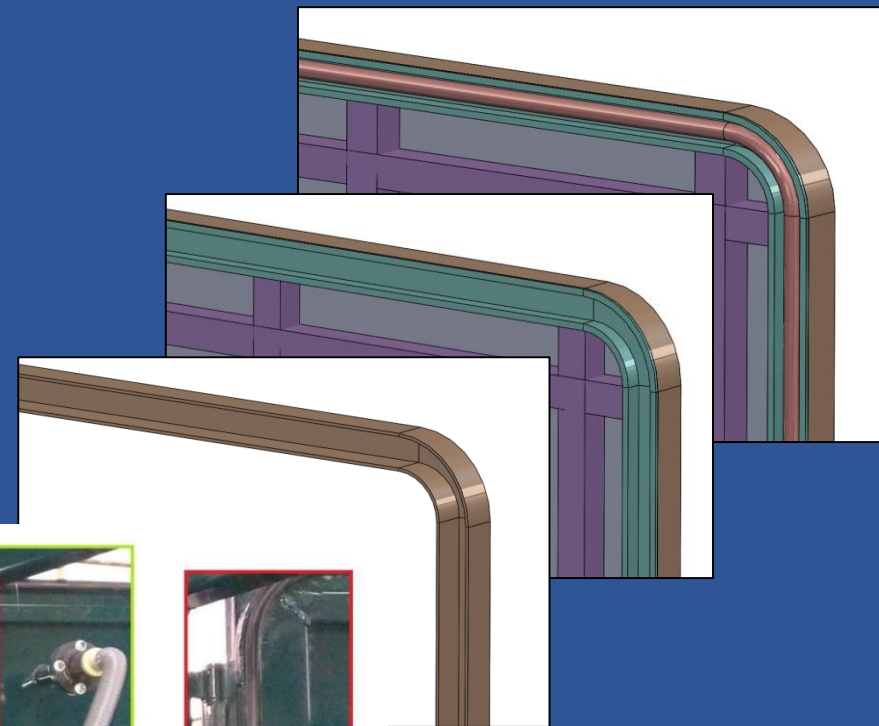
# FASE 2- CARGA DE SUBSTRATO



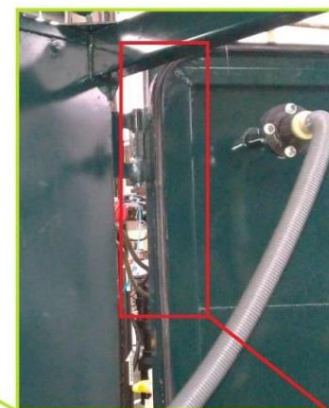
# TRAVAMENTO E VEDAÇÃO DAS PORTAS



Travamento



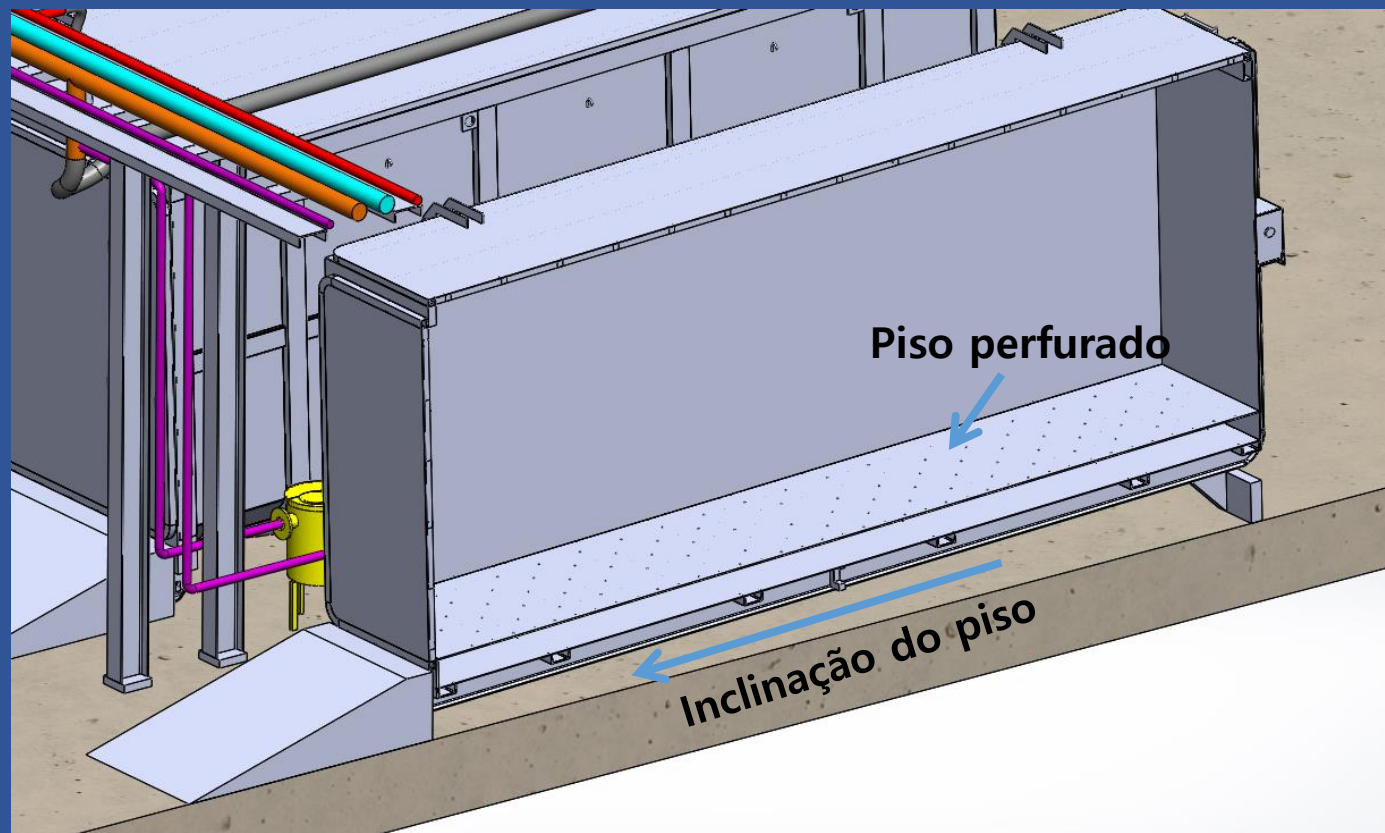
Vedação  
Junta inflável





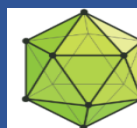
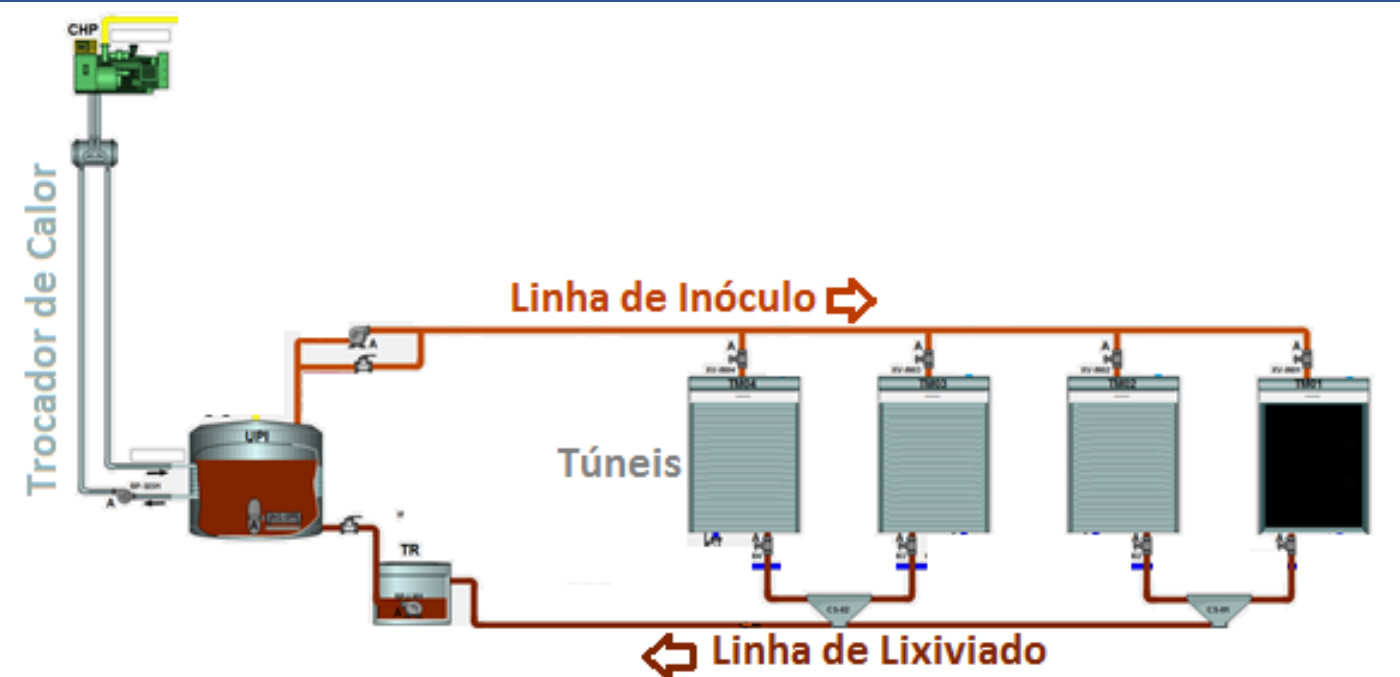
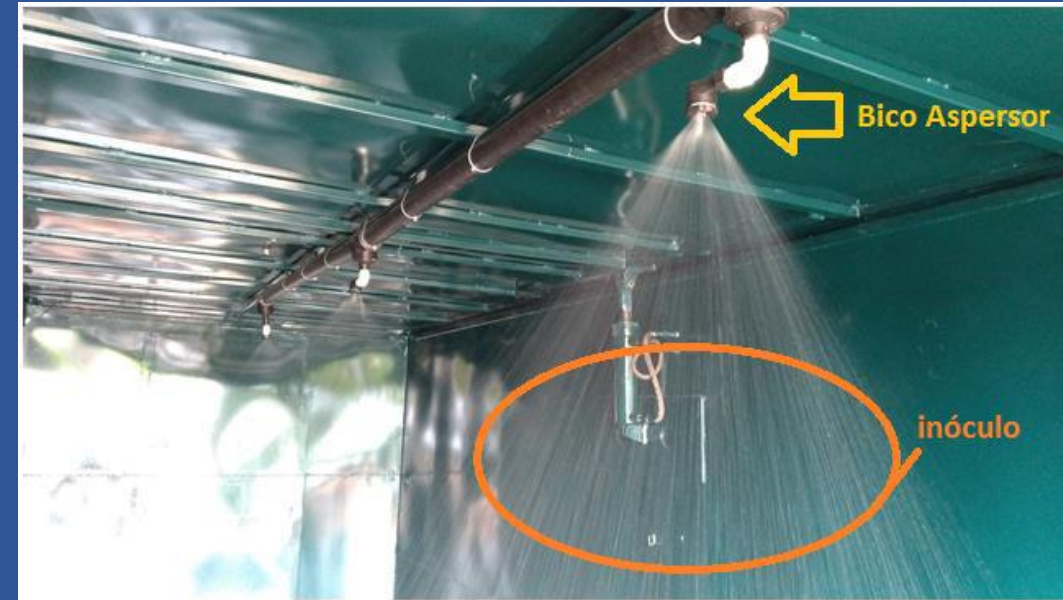
# FASE 3 - AERÓBIA

- Fase aeróbia
  - Injeção de ar atmosférico na massa de resíduo
  - Sem geração de metano, apenas dióxido de carbono



# FASE 4 – ATIVAÇÃO METANOGENÉTICA

- Aspersão do inóculo na massa de resíduo, pelos bicos aspersores localizados no topo do túnel, proveniente da UPI  
Início da produção do biogás



gestão integrada  
de resíduos sólidos

ipt



# FASE 5 - METANOGENÉTICA

- Redução da aspersão do inóculo;
- Acompanhamento da produção e qualidade do biogás.
- Fases seguintes (6, 7 e 8): decaimento metanogênico, despressurização e descarregamento

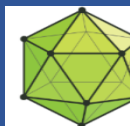


Válvulas solenoides  
direcionam o fluxo de  
biogás para o analisador



Analizador de Biogás

Gerador de  
energia



# CONTROLE OPERACIONAL

19:27:36

INÍCIO

PROCESSO

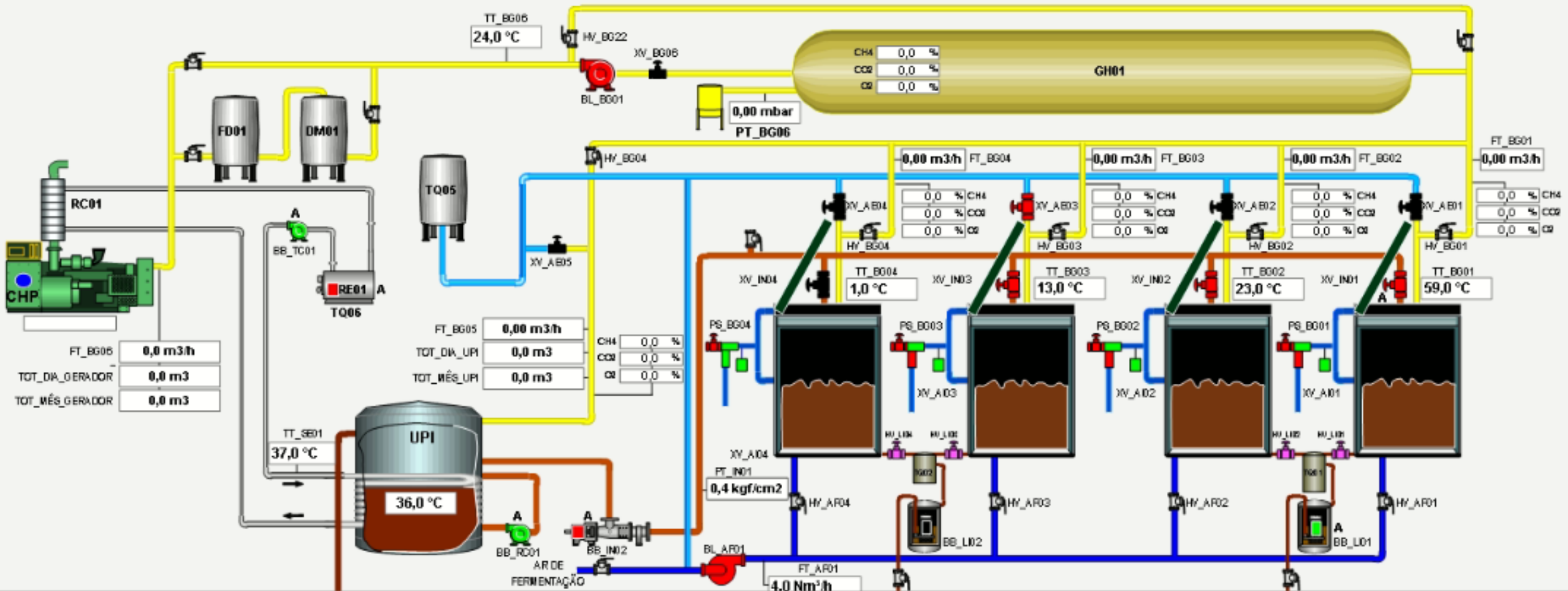
TÚNEIS

ANALISADOR

GERADOR

GRÁFICOS

CONFIGURAÇÃO



# ÚLTIMO CICLO DE OPERAÇÃO

- Alguns dados da operação durante o ano de 2019

Túneis	Produção acumulada de biogás (m <sup>3</sup> )	Produtividade de biogás diária (m <sup>3</sup> /dia)	Concentração média (%)			Concentração máxima atingida (%)		
			CH4	CO2	O2	CH4	CO2	O2
1	73,91	0,81	14	19	12	35	41	19
2	13,25	0,105	20	20	10	44	40	19
3	187,32	1,10	8	11	13	43	42	18
4	0,75	0,01	3	7	13	27	42	19
UPI	247,43	1,41	59	23	3	86	25	12

# PROJETOS ATUAIS

- Manutenções diversas
- Planejamento dos próximos passos
- Busca de parceiros: (ITAL/Fapesp)

- Doutorado UNESP
- 2° Contrato com a Coopersubert

2021

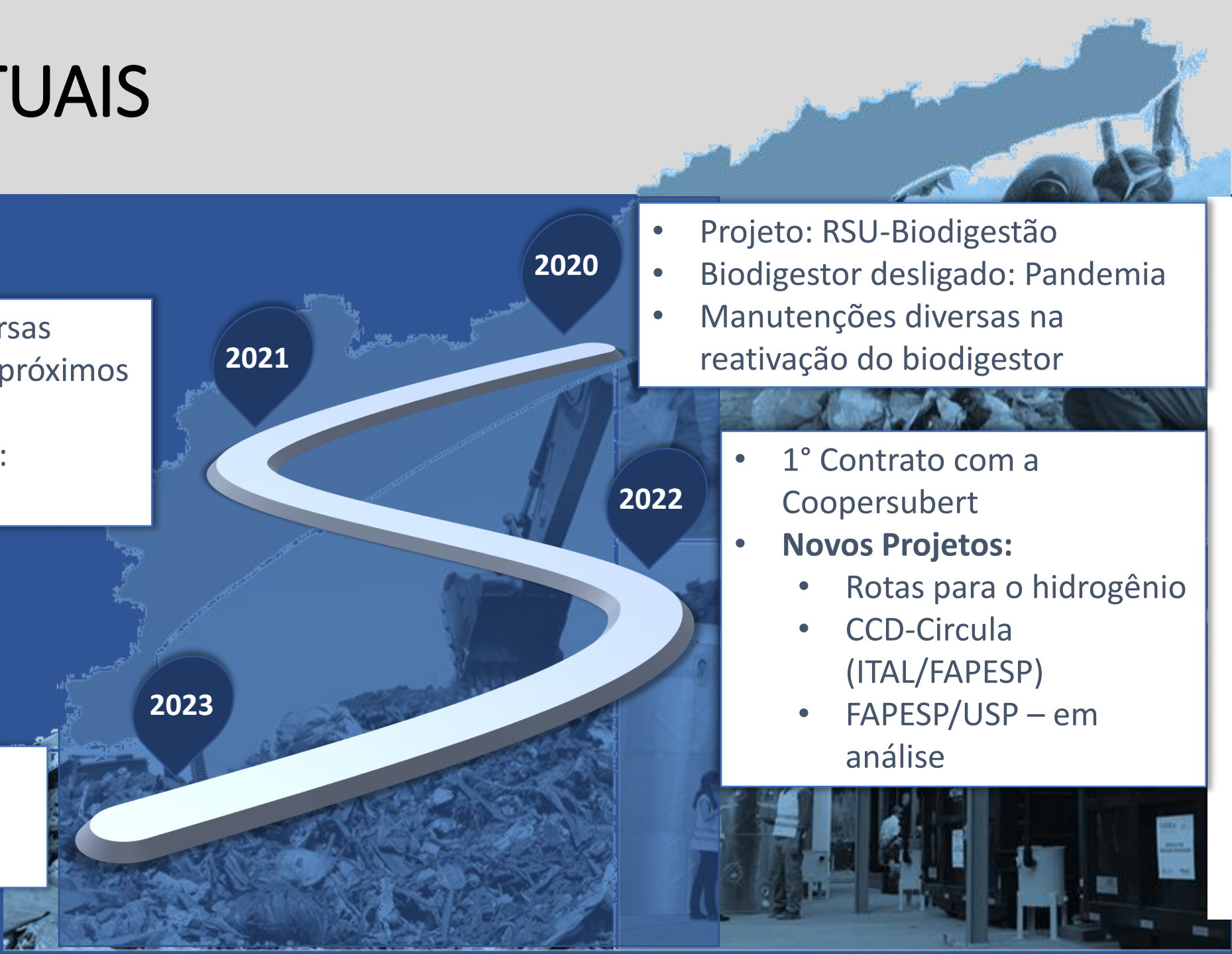
2020

- Projeto: RSU-Biodigestão
- Biodigestor desligado: Pandemia
- Manutenções diversas na reativação do biodigestor

2022

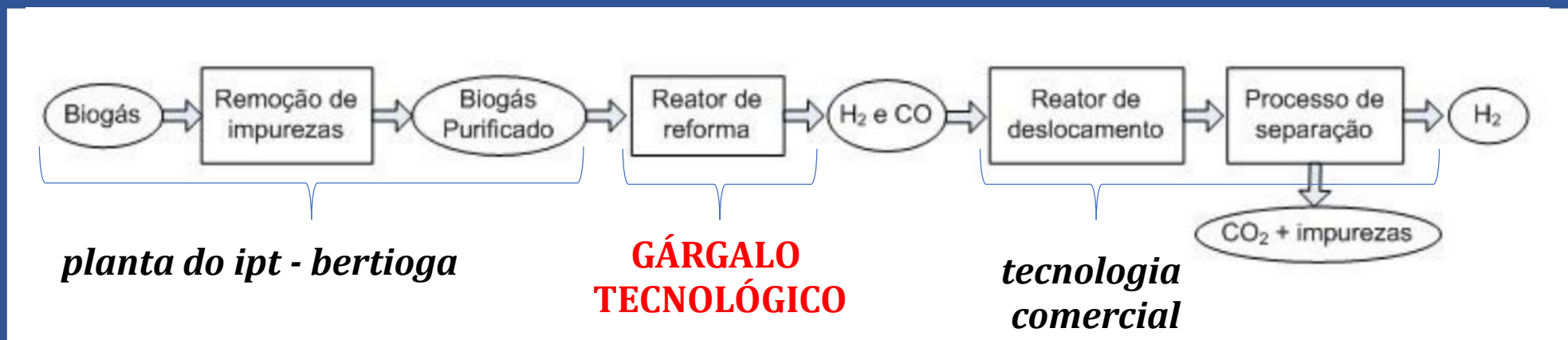
- 1° Contrato com a Coopersubert
- **Novos Projetos:**
  - Rotas para o hidrogênio
  - CCD-Circula (ITAL/FAPESP)
  - FAPESP/USP – em análise

2023



# ROTAS PARA O HIDROGÊNIO

- Projeto multidisciplinar que visa avaliar a eficiência de 4 rotas renováveis para produção de hidrogênio, seus subprodutos e o valor agregado do processo de geração:  
RSU, Vinhaça, Termosolar e Fotovoltaica.
- Avaliar o potencial técnico da produção de hidrogênio a partir de resíduos (FORSU) tendo como intermediário a produção de biogás a partir do processo de biodigestão anaeróbia



# CCD CIRCULA

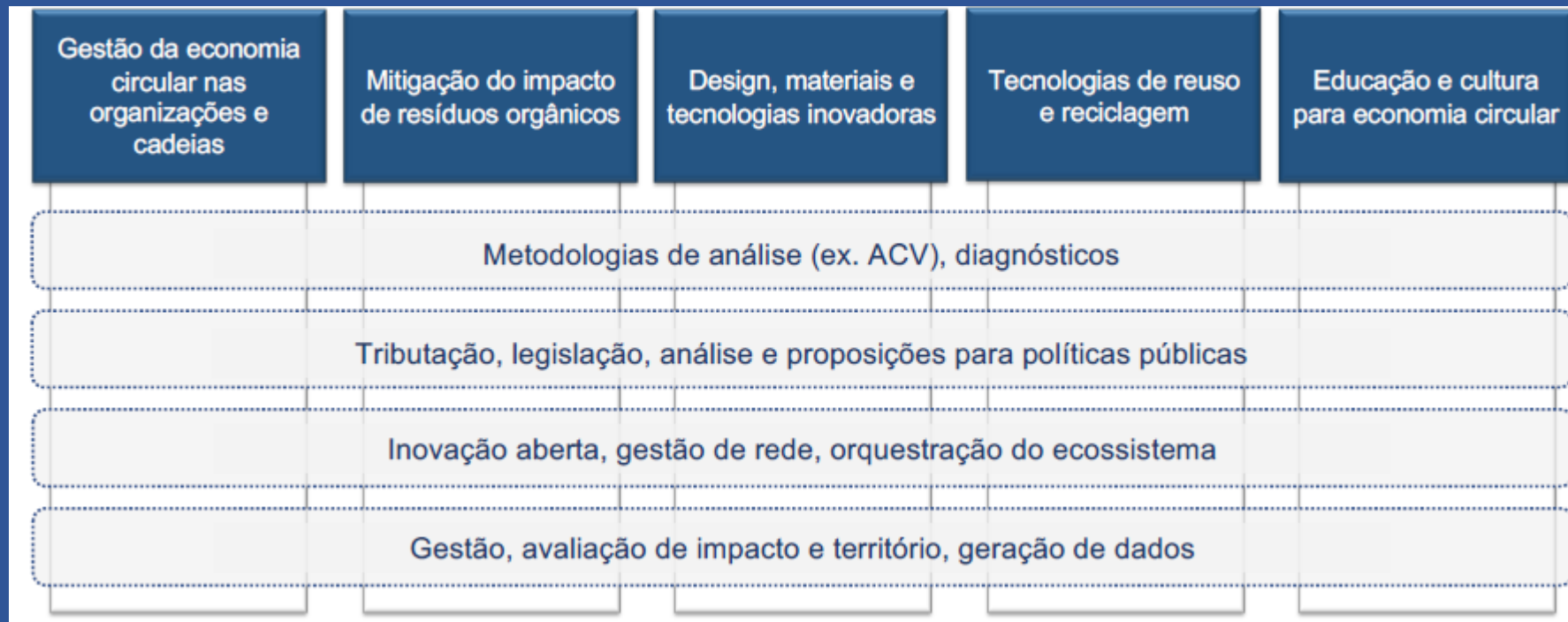
- Projeto FAPES liderado pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, denominado: Centro de Ciência para o Desenvolvimento de Soluções para Resíduos Pós-consumo: embalagens e produtos.
- Ser um **Centro de Ciência para o Desenvolvimento de soluções inovadoras voltadas ao problema dos resíduos pós-consumo** para reduzir ou eliminar o seu impacto negativo, com base nos princípios da economia circular e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



# PARTICIPANTES



# PLATAFORMAS DE ATUAÇÃO



# PLATAFORMA 2

## Plataforma 2 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

### Mitigação do impacto de resíduos orgânicos



#### Eixo I - Redução do desperdício de alimentos

*projetos que visam extrair nutrientes e outras funções alimentares diretamente de resíduos orgânicos*

2.1

Reaproveitamento de frutas ou seus resíduos em centros de distribuição

2.2

Aproveitamento de resíduos de frutas para design de produtos alimentícios bioenriquecidos com vitaminas

#### Eixo II - Reciclagem de resíduos orgânicos

*transformação de resíduos orgânicos visando gerar novos produtos para fins não alimentícios e auxiliar de forma indireta a produção de alimentos*

2.5

Tratamento anaeróbio de resíduos orgânicos com reaproveitamento do biogás

# PLATAFORMA 2

## Objetivo

Avaliar o potencial energético de resíduos orgânicos, com reaproveitamento do biogás gerado por estes no processo de digestão anaeróbia, em túneis de metanização.

- Definição das unidades amostrais, coleta e caracterização inicial das amostras (caracterização física e gravimétrica)
  - Discutir a adoção de um município e ou região, bem como grandes geradores.
  - Município de Bertiooga como área piloto.
- Estudos de viabilidade técnico e econômica das rotas dos projetos e potencial de redução mássica de resíduos orgânicos e consequente diminuição da disposição final em aterro

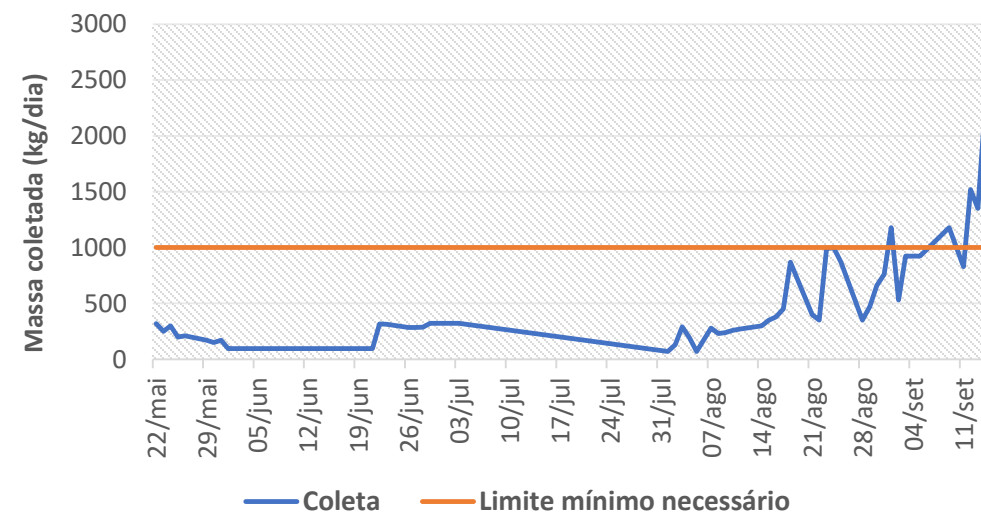
# ATIVIDADES EM ANDAMENTO

	Escolas	Sesc	Restaurantes e mercados	Hipermercado	TOTAL
Média de coleta diária (kg/dia)	280	428	178	499	1.385

Coleta por estabelecimento



Coleta diária de orgânicos



# RESULTADOS PARCIAIS

Túneis/UPI	Massa de resíduo (kg)			Concentração média (%)			Concentração máxima (%)		
	FORSU	Poda	TOTAL	CH4	CO2	O2	CH4	CO2	O2
<b>TM01</b>	9.981	3.738	13.719	6	25	0	54	48	0
<b>UPI</b>	-	-	-	58	19	0	75	27	1

「Obrigada!」

Fernanda Peixoto Manéo  
fpeixoto@ipt.br

