

Transversal 1: descarbonização das cidades e resiliência

Leandro Gomes de Freitas

*Palestra apresentada no WORKSHOP DO CCD CIDADES CARBONO
NEUTRO, 2025, São Paulo. 14 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**

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

TRANSVERSAL 1: DESCARBONIZAÇÃO DAS CIDADES E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA – WORKSHOP 2

27/05/2025

CENTRO DE CIÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO

CIDADES CARBONO NEUTRO



Leandro Gomes de Freitas – Coordenador do Eixo Transversal 1



EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil

A construção de uma sociedade minimamente sustentável de efeito estufa (GEE) do planeta e o quarto em emissões per capita requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas

* Paulo Artaxo

Introdução

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios para o Brasil, assim como os ecossistemas brasileiros, a economia, a infraestrutura, as cadeias produtivas e a saúde, entre outros aspectos, estão sendo afetados por elas. O Brasil é o sétimo maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) do planeta e o quarto em emissões per capita. Historicamente, desde a revolução industrial, o Brasil é o sexto maior emissor global de GEE, o que faz de nosso país um dos maiores responsáveis pela crise climática. O Brasil tem vantagens estratégicas enormes, como a possibilidade de reduzir fortemente as emissões de gases de efeito estufa, com ganhos importantes para a sociedade. Temos um potencial de geração de energia solar e eólica que nenhum outro país possui. Mas também temos vulnerabilidades, como um agronegócio dependente do clima e a geração de hidroeletricidade dependente da chuva. Ainda, temos também 8.500km de áreas costeiras sensíveis ao aumento do nível do mar, e áreas urbanas vulneráveis a eventos climáticos extremos. Precisamos construir uma

<http://dx.doi.org/10.5935/2317-6660.20220067>

O Brasil é o sétimo maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) do planeta e o quarto em emissões per capita.

O Brasil tem vantagens estratégicas enormes, reduzir fortemente as emissões de gases de efeito estufa,

Temos um potencial de geração de energia solar e eólica que nenhum outro país possui.

temos vulnerabilidades,

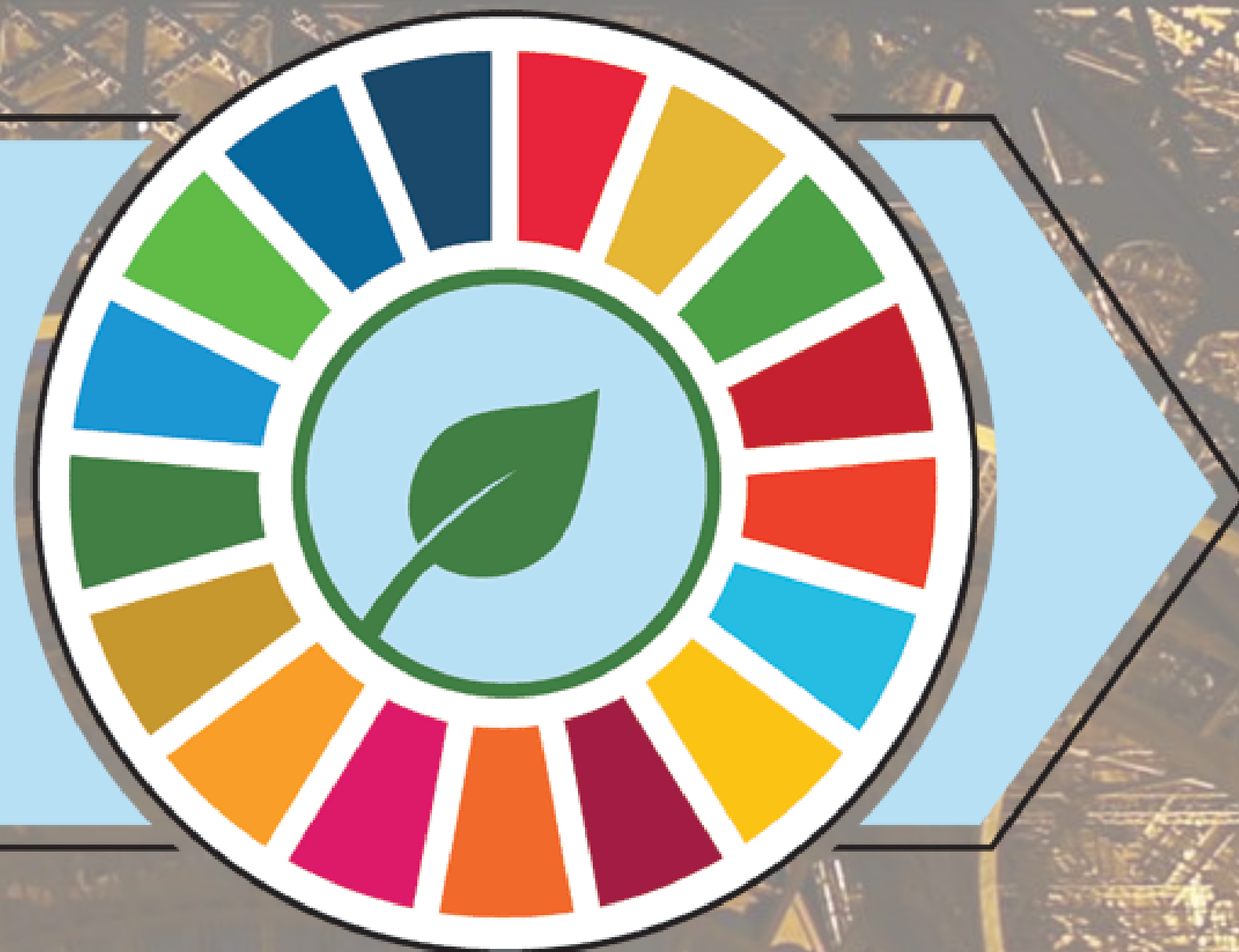
um agronegócio dependente do clima

a geração de hidroeletricidade dependente da chuva.

áreas urbanas vulneráveis a eventos climáticos extremos.

1.5 DEGREES

UNITED NATIONS
**PARIS CLIMATE
AGREEMENT**
SIGNING CEREMONY
— 22 APRIL 2016 —



NOVA NDC DO BRASIL PARA 2035

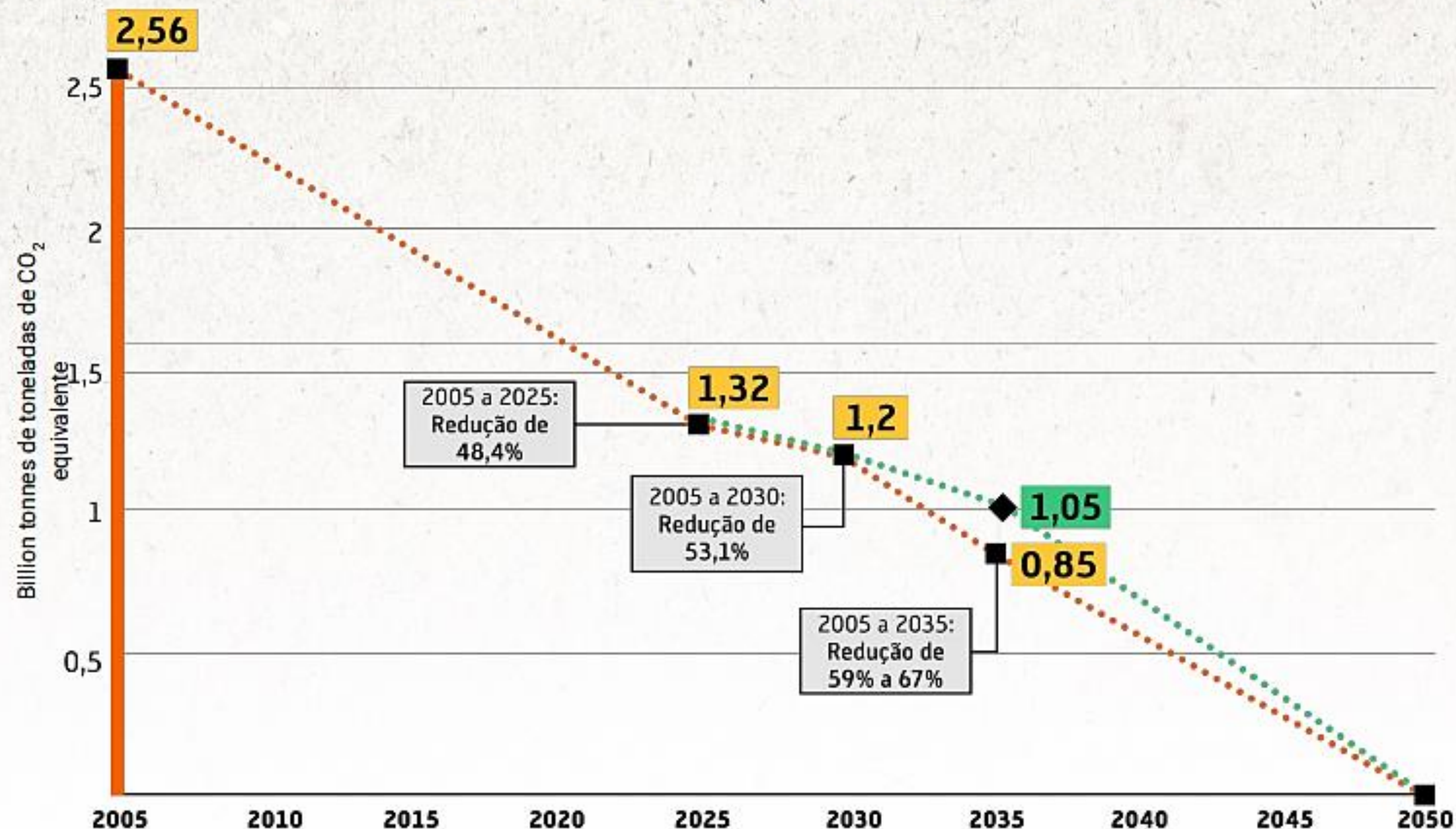
Determinação Nacional em Contribuir

<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/nova-ndc-do-brasil-representa-paradigma-para-o-desenvolvimento-do-pais-diz-marina-na-cop29>

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA



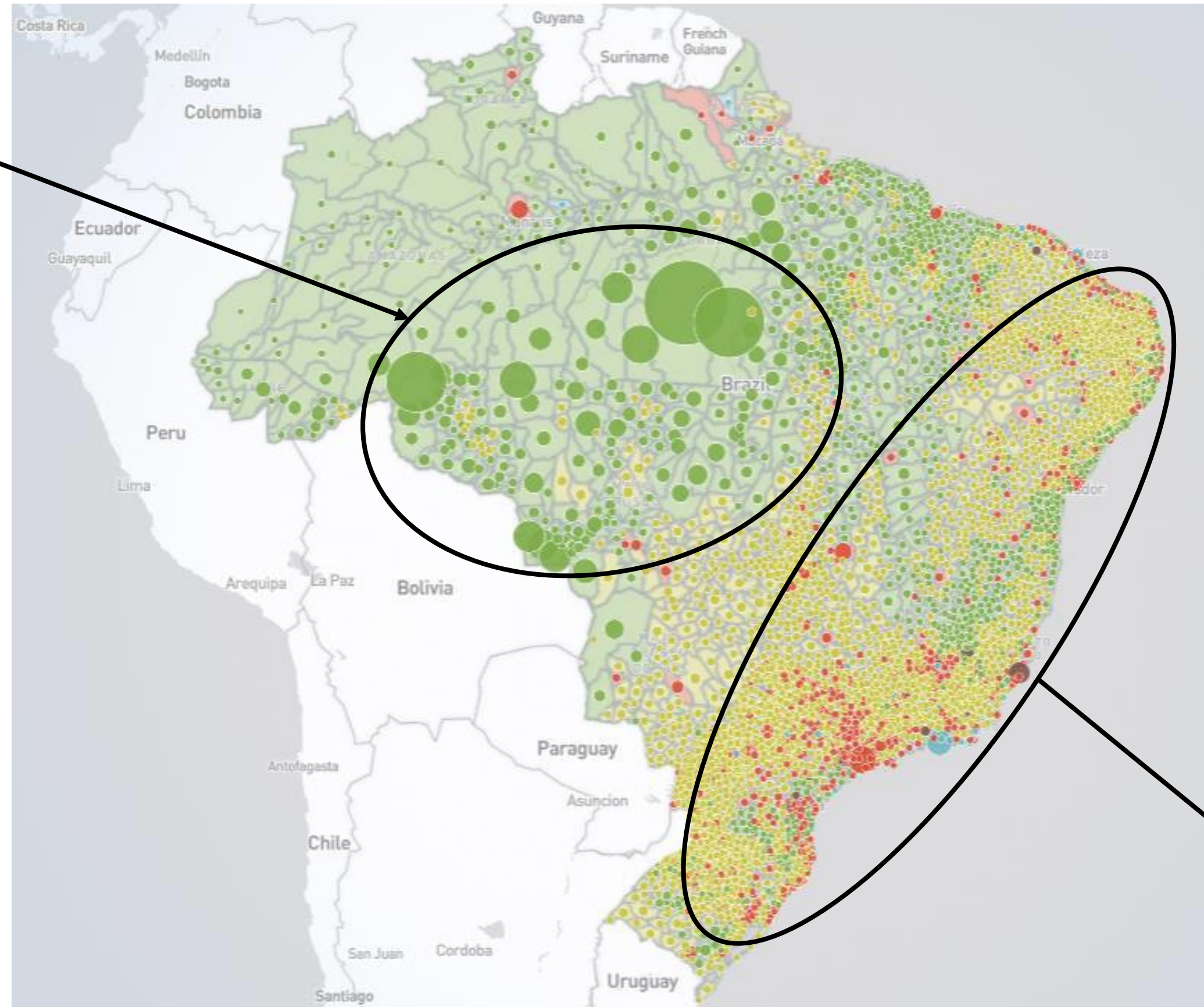
TRAJETÓRIA DE EMISSÕES NO BRASIL E A META DE REDUÇÃO PARA 2035



Entre 2025 e 2030, o corte em emissões absolutas deverá ser de 9% e, para o intervalo entre 2030 e 2035, a nova NDC aumenta a ambição a um corte de 13% a 29%.

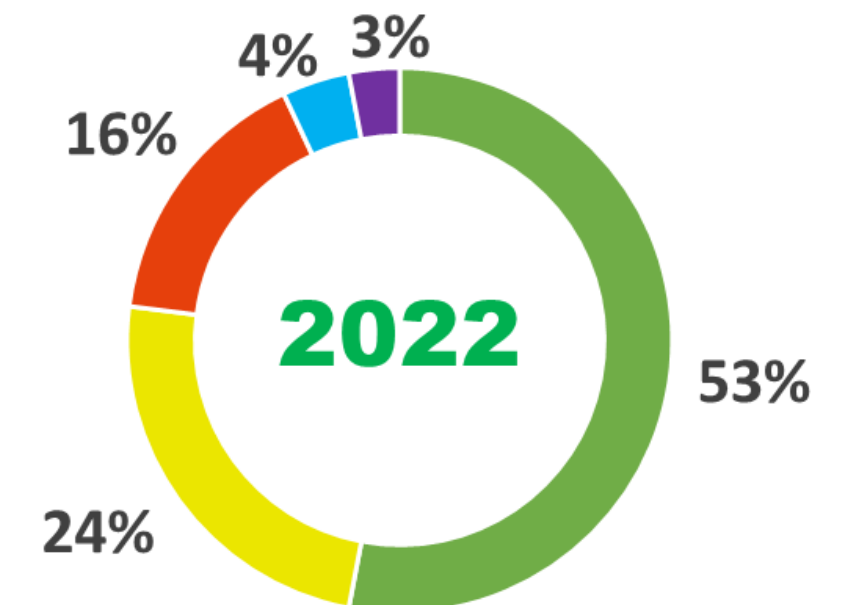
PANORAMA DAS EMISSÕES DE MUNICÍPIOS EM 2022

Maiores Emissões:
Mudança de Uso da Terra e Floresta



Participação dos setores no perfil das emissões brasileiras em 2022

- Mudança de Uso da Terra e Floresta
- Agropecuária
- Energia
- Resíduos
- Processos Industriais e Uso de Produtos



Maiores Emissões:
Agropecuária, e Energia

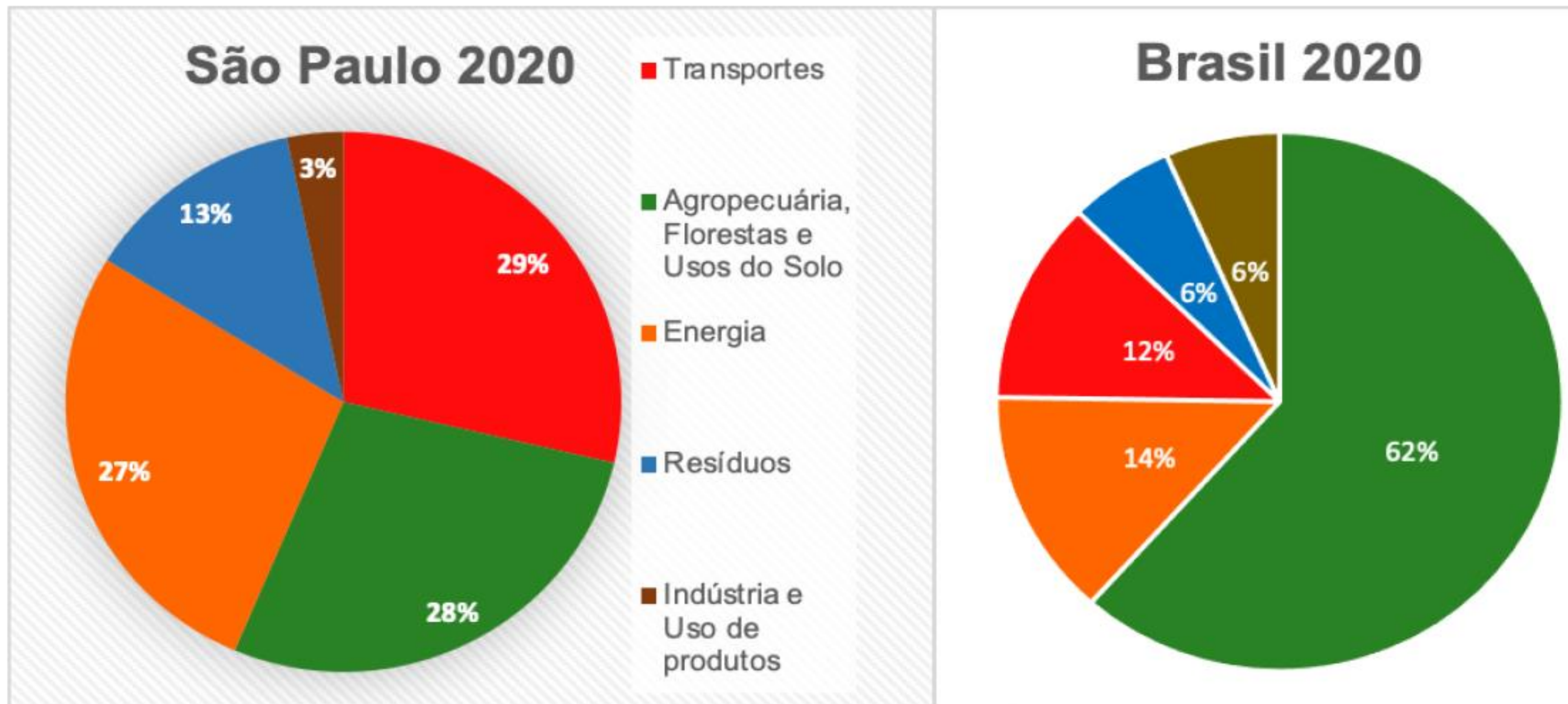


Figura 1 – Perfis de emissões de GEE: Estado de São Paulo e Brasil

Fonte: SEEG 2022

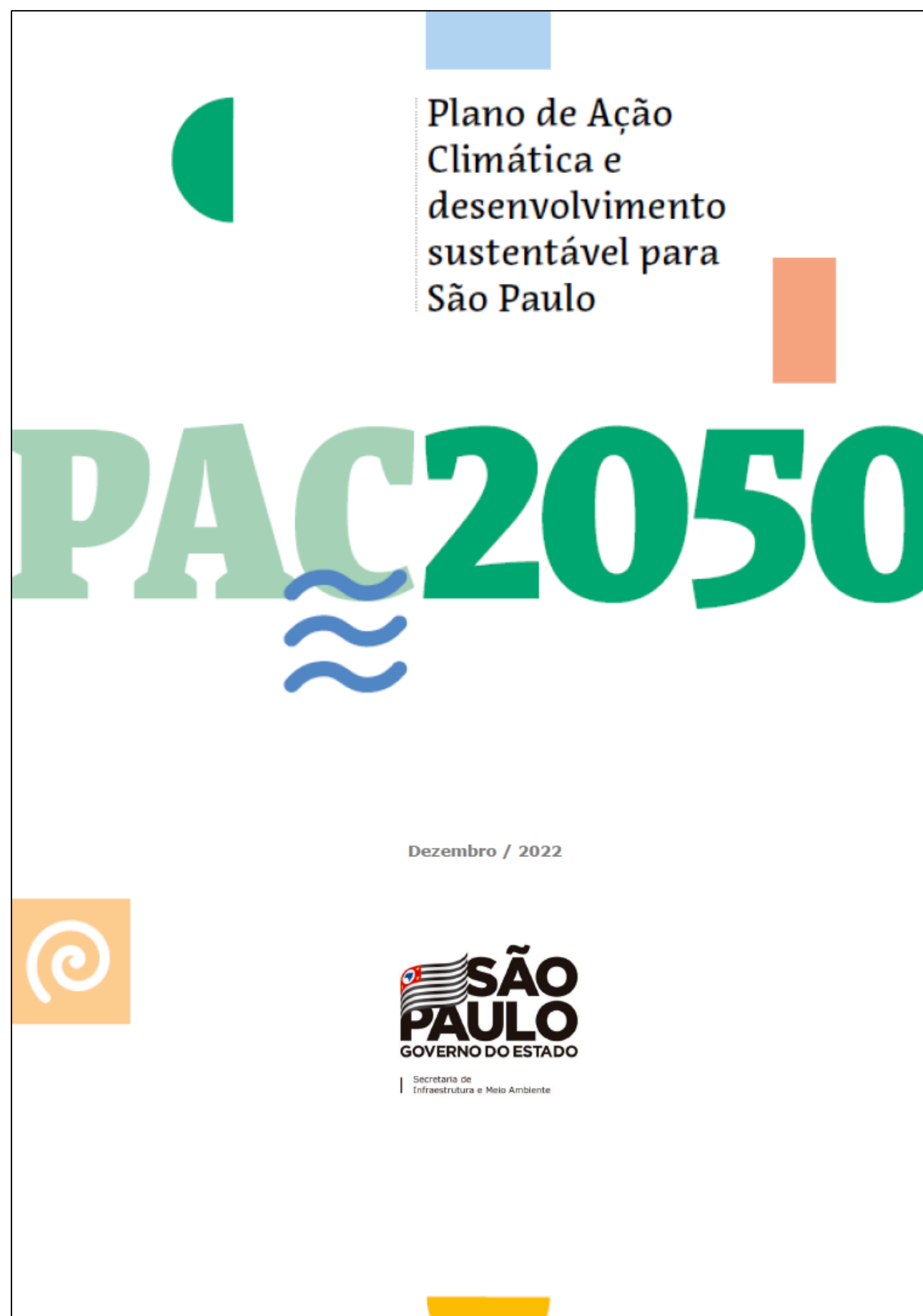


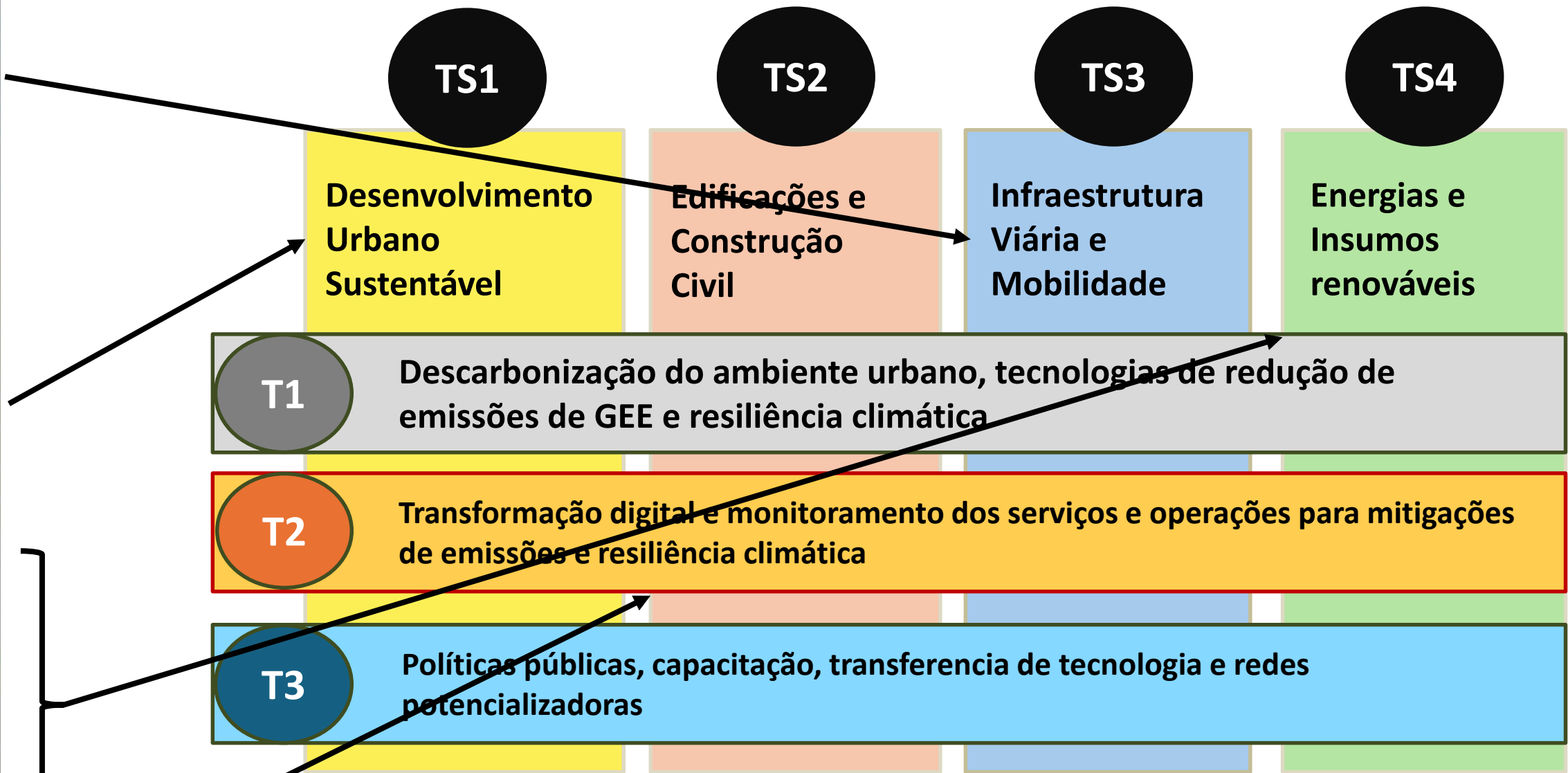
Tabela 6: As Ações e Subações do PAC2050

Setor	Ações	Subações
Transporte	TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	TRA1.1: Substituição do Diesel por alternativas
		TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância
		TRA1.3: Aumento da eficiência sistêmica
		TRA1.4: Mudança de modal rodoviário para ferrovias e hidrovias/ cabotagem
	TRA2: Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros	TRA2.1: Substituição do Diesel por alternativas
		TRA2.2: Eletrificação dos ônibus
		TRA2.3: Aumento da eficiência sistêmica
		TRA2.4: Mudança de modal para transporte metroviário e ferroviário
	TRA3: Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas	TRA 3.1: Disseminação de veículos híbridos, elétricos e híbridos plug-in
		TRA3.2: Substituição da gasolina por etanol
		TRA3.3: Aumento de eficiência e controle de emissões
Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU) - AFU	AFU1: Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF)	AFU1.1: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas Integrados convencionais (ILPF convencional)
		AFU1.2: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas de Integração biodiversos
	AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono	AFU2.1: Manejo sustentável do solo – Adoção de Sistema Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo e adoção de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)
		AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas
		AFU2.3: Reflorestamento com silvicultura
	AFU3: Pecuária - Redução de emissões	AFU3.1: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético. Terminação intensiva
		AFU4.1.: Preservação de ambientes naturais
	AFU4: Preservação e recomposição da vegetação nativa	AFU4.2.: Recomposição de vegetação nativa
Energia	ENE1: Eficiência energética	ENE1.1: Eficiência na demanda (uso final) por combustíveis
		ENE1.2: Eficiência na demanda (uso final) por eletricidade
	ENE2: Geração solar e eólica	ENE2.1: Sistemas centralizados
		ENE2.2: Sistemas distribuídos
		ENE2.3: Sistemas offshore
Resíduos	RES1: Redução de emissões em sistemas de destinação final dos resíduos sólidos	ENE3: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia e H ₂
		ENE 4: Monitoramento e controle de emissões fugitivas da indústria de energia (Petróleo e Gás)
	RES2: Redução de emissões em ETE	RES1.1: Destinação ambientalmente adequada da fração orgânica dos resíduos sólidos (redução/compostagem/ biodigestão)
		RES1.2: Captura e aproveitamento energético de resíduos (eletricidade e biometano)
Indústria e uso de produtos	IND1: Modificações de processos industriais	RES1.3: Fomento a logística regionalizada dos resíduos sólidos
		RES2.1: Design e controle de processos em ETE
		RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás
	IND2: CCS/CCUS e compensação de emissões	IND1.1: Redução na intensidade de emissões da produção de cimento
		IND1.2: Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais
		IND1.3: Modificações de processos
		IND2.1: CCS e CCUS Petróleo e Gás
		IND2.2: CCS e CCUS Cal
		IND2.3: CCS e CCUS Cimento

CONTEXTO TÉCNICO

Tabela 6: As Ações e Subações do PAC2050

Setor	Ações	Subações
Transporte	TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	TRA1.1: Substituição do Diesel por alternativas
		TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância
		TRA1.3: Aumento da eficiência sistêmica
		TRA1.4: Mudança de modal rodoviário para ferrovias e hidrovias/ cabotagem
	TRA2: Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros	TRA2.1: Substituição do Diesel por alternativas
		TRA2.2: Eletrificação dos ônibus
		TRA2.3: Aumento da eficiência sistêmica
		TRA2.4: Mudança de modal para transporte metroviário e ferroviário
	TRA3: Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas	TRA 3.1: Disseminação de veículos híbridos, elétricos e híbridos plug-in
		TRA3.2: Substituição da gasolina por etanol
		TRA3.3: Aumento de eficiência e controle de emissões
	TRA4: Planejamento urbano inteligente	TRA4.1: Incentivo ao desenvolvimento de infraestrutura para mobilidade ativa
		TRA4.2: Incentivo à mudanças de comportamento (maior utilização de transporte público e combinação de transporte público e mobilidade ativa)
	TRAS: Novas tecnologias	TRA5.1: Incentivo ao desenvolvimento de novos combustíveis/energéticos de baixa emissão de GEE: biocombustíveis avançados, hidrogênio e células de combustível
Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU) - AFU	AFU1: Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF)	AFU1.1: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas Integrados convencionais (ILPF convencional)
		AFU1.2: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas de Integração biodiversos
	AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono	AFU2.1: Manejo sustentável do solo – Adoção de Sistema Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo e adoção de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)
		AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas
		AFU2.3: Reforestamento com silvicultura
	AFU3: Pecuária - Redução de emissões	AFU3.1: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético. Terminação intensiva
	AFU4: Preservação e recomposição da vegetação nativa	AFU4.1.: Preservação de ambientes naturais
		AFU4.2.: Recomposição de vegetação nativa
Energia	ENE1: Eficiência energética	ENE1.1: Eficiência na demanda (uso final) por combustíveis
		ENE1.2: Eficiência na demanda (uso final) por eletricidade
	ENE2: Geração solar e eólica	ENE2.1: Sistemas centralizados
		ENE2.2: Sistemas distribuídos
		ENE2.3: Sistemas offshore
	ENE3: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia e H ₂	
	ENE 4: Monitoramento e controle de emissões fugitivas da indústria de energia (Petróleo e Gás)	
Resíduos	RES 1: Redução de emissões em sistemas de destinação final dos resíduos sólidos	RES1.1: Destinação ambientalmente adequada da fração orgânica dos resíduos sólidos (redução/compostagem/ biodigestão)
		RES1.2: Captura e aproveitamento energético de resíduos (eletricidade e biometano)
		RES1.3: Fomento a logística regionalizada dos resíduos sólidos
	RES2: Redução de emissões em ETE	RES2.1: Design e controle de processos em ETE
		RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás
Indústria e uso de produtos	IND1: Modificações de processos industriais	IND1.1: Redução na intensidade de emissões da produção de cimento
		IND1.2 Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais
		IND1.3: Modificações de processos
	IND2: CCS/CCUS e compensação de emissões	IND2.1: CCS e CCUS Petróleo e Gás
		IND2.2: CCS e CCUS Cal
		IND2.3: CCS e CCUS Cimento

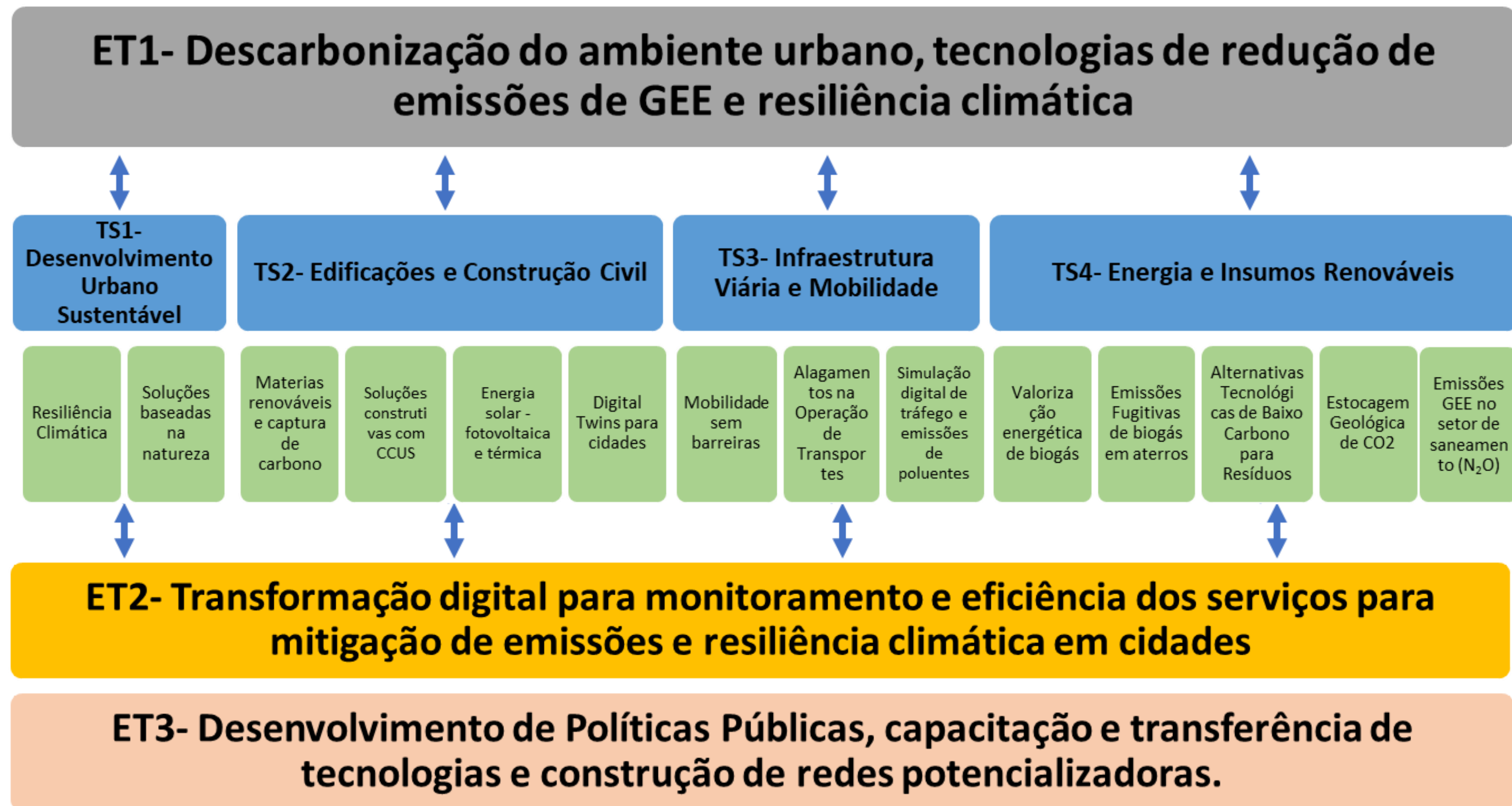


OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO EIXO TRANSVERSAL 1

- Desenvolver metodologias e métricas para quantificar o potencial de descarbonização das tecnologias e projetos das Trilhas Setoriais do CCD;
- Apoiar políticas públicas, com base em evidências técnicas, trazendo referências, indicando ações prioritárias e mapeando oportunidades de mercado para financiamento de projetos de descarbonização no âmbito das cidades;
- Apoiar as Trilhas Setoriais para demonstrar o potencial de redução das emissões das soluções e dos projetos pilotos a serem implementados nas cidades parceiras.



OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO EIXO TRANSVERSAL 1



COMPOSIÇÃO DA TRANSVERSAL

PROJETO	LÍDERES
<i>Procedimentos para avaliação do potencial de descarbonização de tecnologias e oportunidades para viabilização de projetos para cidades</i>	Leandro Gomes de Freitas Claudia Echevengúá Teixeira (NUSCARBON/IPT)
	EQUIPE
	Letícia dos Santos Macedo (NUSCARBON/IPT)
	MENTORIA
	Fátima Pereira Pinto (Ecouniverso)
	COLABORAÇÃO TRANSVERSAL NO CCD
	Trilhas Setorias 1, 2, 3 e 4 Eixos Transversais 2 e 3

PARCEIROS DA TRANSVERSAL 1

Parceiro Fundador:



ICT Associadas e Apoiodores:



CENTRO DE CIÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO **CIDADES CARBONO NEUTRO**

 ccdidades@ipt.br

Contato: lfreitas@ipt.br
cteixeira@ipt.br