

Nº 179873

Descarbonização nas cidades

Letícia dos Santos Macedo

*Palestra apresentada no
16. Tecnologia em Foco,
Transformação, Planejamento
Comunicação e Cidadania, 2025,
Faculdade de Tecnologia da
UNICAMP, Limeira. 60 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



Tecnologia em Foco

Transformação, Planejamento, Comunicação e Cidadania.

16ª edição



UNICAMP



DESCARBONIZAÇÃO NAS CIDADES

Letícia dos Santos Macedo

AGENDA

- Trajetória
- IPT / Nuscarbon
- Contextualização
- Conceitos
- Mercado de Crédito de Carbono
- Tendências Tecnológicas / Oportunidades
- CCD CIDADES CARBONO NEUTRO



TRAJETÓRIA / EXPERIÊNCIAS

Tecnóloga em Saneamento Ambiental | 2010 (FT - UNICAMP)

Mestre em Ciências na Engenharia Civil | 2014 (Poli - USP)

Doutorado em Ciências na Engenharia Civil *em andamento* | 2023 – atual (Poli - USP)

Pesquisadora | 2010 – atual (Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT)



O QUE É O IPT?

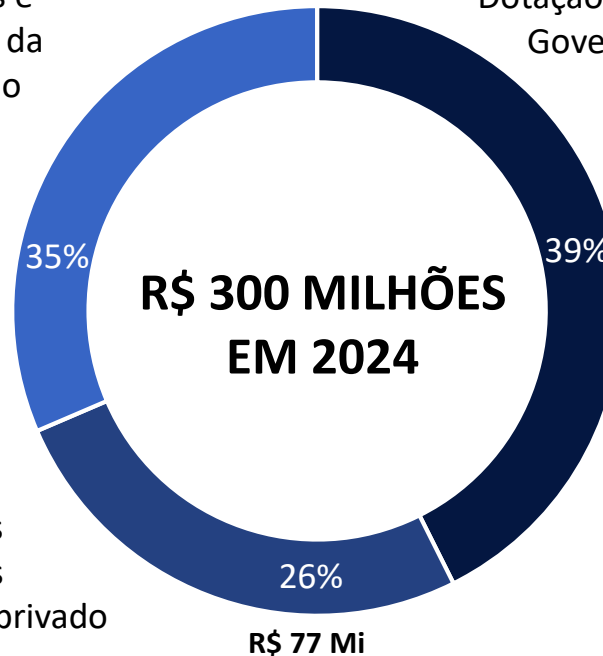
EXISTIMOS PARA PROVER SOLUÇÕES
TECNOLÓGICAS PARA A INDÚSTRIA,
OS GOVERNOS E A SOCIEDADE,
HABILITANDO-OS A SUPERAR
SEUS DESAFIOS E PROMOVENDO
QUALIDADE DE VIDA

RECEITAS

Venda de projetos e
serviços por meio da
Fundação de Apoio
ao IPT (FIPT)

Dotação orçamentária do
Governho do Estado de
São Paulo

R\$ 105 Mi



R\$ 118 Mi

Venda de projetos
e serviços para os
setores público e privado

R\$ 77 Mi

IPT EM NÚMEROS*



126 ANOS DE
CONTRIBUIÇÕES PARA
A SOCIEDADE



> 1000
FUNCIONÁRIOS E
COLABORADORES



50% DE RECEITA
COM INOVAÇÃO



> 3.170
CLIENTES
ATENDIDOS



> 16.200
DOCUMENTOS
TÉCNICOS EMITIDOS

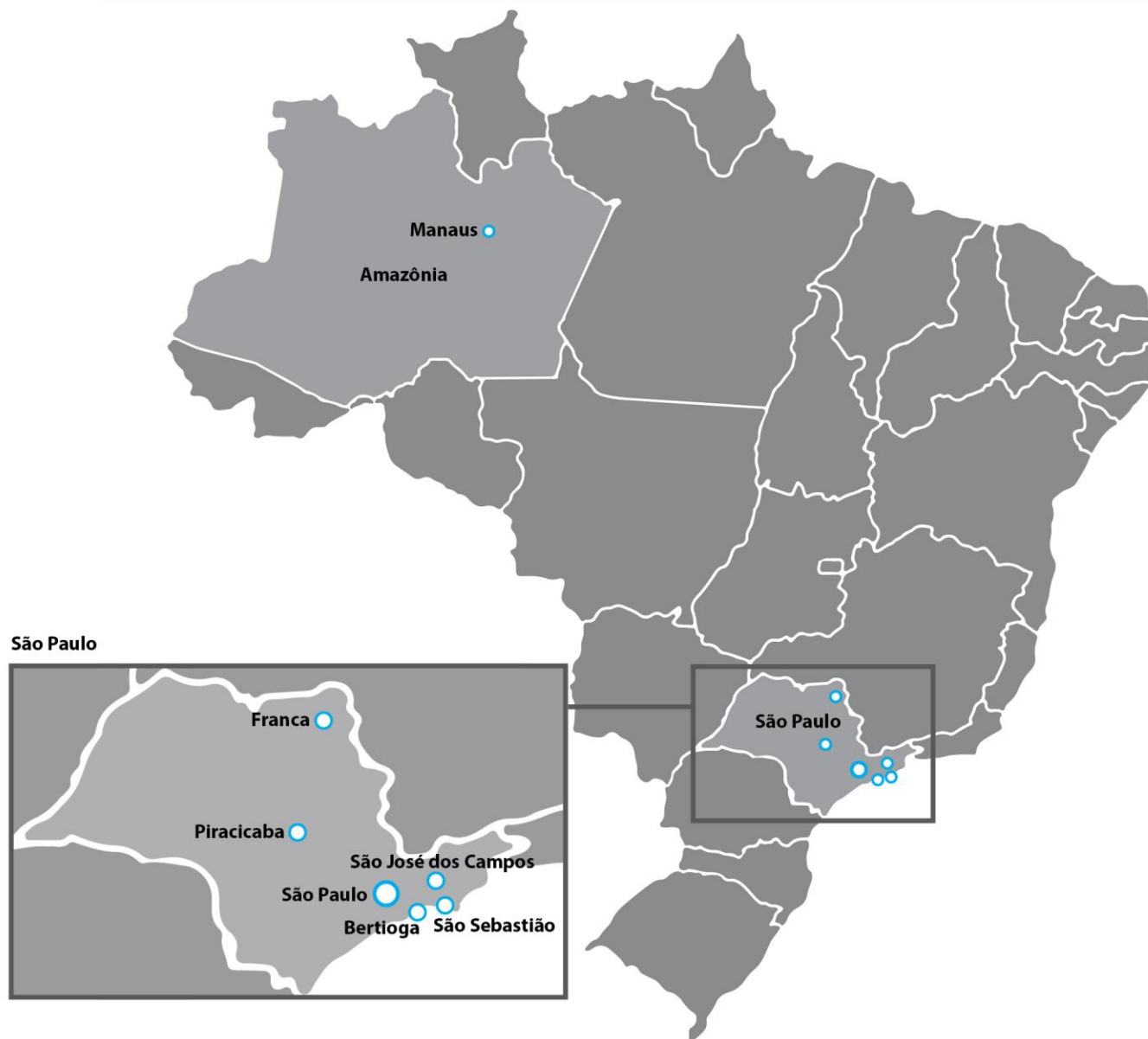


> 2000 PROCEDIMENTOS
DE ENSAIOS E ANÁLISES
NO PORTFÓLIO



35% DOS PROJETOS
IPT COM IMPACTO
DIRETO EM ESG

Unidades do IPT no Brasil



- 1 **São Paulo, SP**
Sede do IPT e Parque Laboratorial
- 2 **Bertioga, SP**
Planta de Biodigestão de Resíduos Sólidos
- 3 **Franca, SP**
Lab. de Tecnologia Têxtil e Produtos de Proteção
- 4 **São José dos Campos, SP**
Laboratório de Estruturas Leves
- 5 **São Sebastião, SP**
Laboratório Flutuante
- 6 **Piracicaba, SP**
Laboratório de Infraestrutura em Energia
- 7 **Manaus, AM**
Núcleo IPT Amazônia

O QUE FAZEMOS?

PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO
E INOVAÇÃO

PRODUTOS E PROCESSOS
SOFTWARES
DA BANCADA AO PILOTO
APOIO DE FOMENTO
EMBRAPII

TESTES, ENSAIOS
E ANÁLISES

PARECERES TÉCNICOS
AVALIAÇÃO
DE PRODUTOS
CERTIFICAÇÃO
DE PRODUTOS

INSPEÇÕES E
MONITORAMENTOS

OBRAS E ESTRUTURAS
MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS
ORGANISMO DE
INSPEÇÃO ACREDITADO

DESENVOLVIMENTO
METROLÓGICO,
MEDIÇÕES
E CALIBRAÇÕES

PROGRAMAS
DE PROFICIÊNCIA
DESENVOLVIMENTO
DE PADRÕES
METROLOGIA AVANÇADA

MATERIAIS DE
REFERÊNCIA
CERTIFICADOS

METAIS
CERÂMICAS
MINERAIS
VISCOSIDADE
AREIA NORMAL

TREINAMENTO E
CAPACITAÇÃO

MESTRADO
PROFISSIONAL
CURTA DURAÇÃO
EDUCAÇÃO
CORPORATIVA



UNIDADES DE NEGÓCIOS

BIONANOMANUFATURA

Biotecnologia, Nanotecnologia, Microfabricação, Química e EPIs

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Planejamento Territorial, Obras Civas, Riscos, Recursos Hídricos, Florestas

ENERGIA

Geração, Infraestrutura, Eficiência, Energias limpas

ENSINO TECNOLÓGICO

Mestrado, MBA Internacional, Especialização

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES

Conforto, Desempenho, Segurança, Materiais, Sustentabilidade

MATERIAIS AVANÇADOS

Metal, Polímero, Compósito, Celulose, Corrosão

TECNOLOGIAS DIGITAIS

IoT, Sistemas Embarcados, Sistemas de Transportes, IA, Analytics

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E METROLÓGICAS

Mecânica, Elétrica, Vazão, Aerodinâmica, Química



PROJETOS DE INOVAÇÃO



O Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do IPT foi criado com o objetivo de desenvolver novas competências relacionadas à sustentabilidade, economia circular, mercado de baixo carbono e orientação de responsabilidade socioambiental. Atua em conjunto com as demais unidades de negócios, com o olhar para novos bionegócios cujas oportunidades envolvem a transformação de recursos naturais em ativos, sem abrir mão do respeito integral à cadeia ambiental.



O Núcleo de Tecnologias Avançadas para Bem-Estar e Saúde Aplicados às Ciências da Vida foca o desenvolvimento de projetos para melhoria da qualidade de vida e bem estar da sociedade, a partir de tecnologias inovadoras e com base na interconexão do tripé saúde humana, animal e ambiental. Uma das primeiras pesquisas abrigadas pelo núcleo conecta-se ao projeto 'Sistematização do método de xenotransplante no Brasil', com diversos parceiros e foco na viabilização clínica da técnica.



Ampliando a atuação nacional, o novo núcleo IPT Amazônia em Manaus tem por missão propor soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável regional, em parceria com instituições locais. Atua em projetos de PD&I, serviços tecnológicos, ensaios, análises, capacitação e novos negócios. Os principais objetivos são fortalecer as cadeias produtivas da bioeconomia, aumentar a competitividade do Polo Industrial de Manaus e apoiar demandas de governos da região.

Sustentabilidade e Baixo Carbono

Desenvolver competências tecnológicas e soluções inovadoras para sustentabilidade, economia circular e o mercado de baixo carbono, atuando em conjunto com as demais unidades do IPT



Sustentabilidade



Economia Circular



Descarbonização

CONTEXTUALIZAÇÃO



EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil

A construção de uma sociedade minimamente sustentável 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, 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,

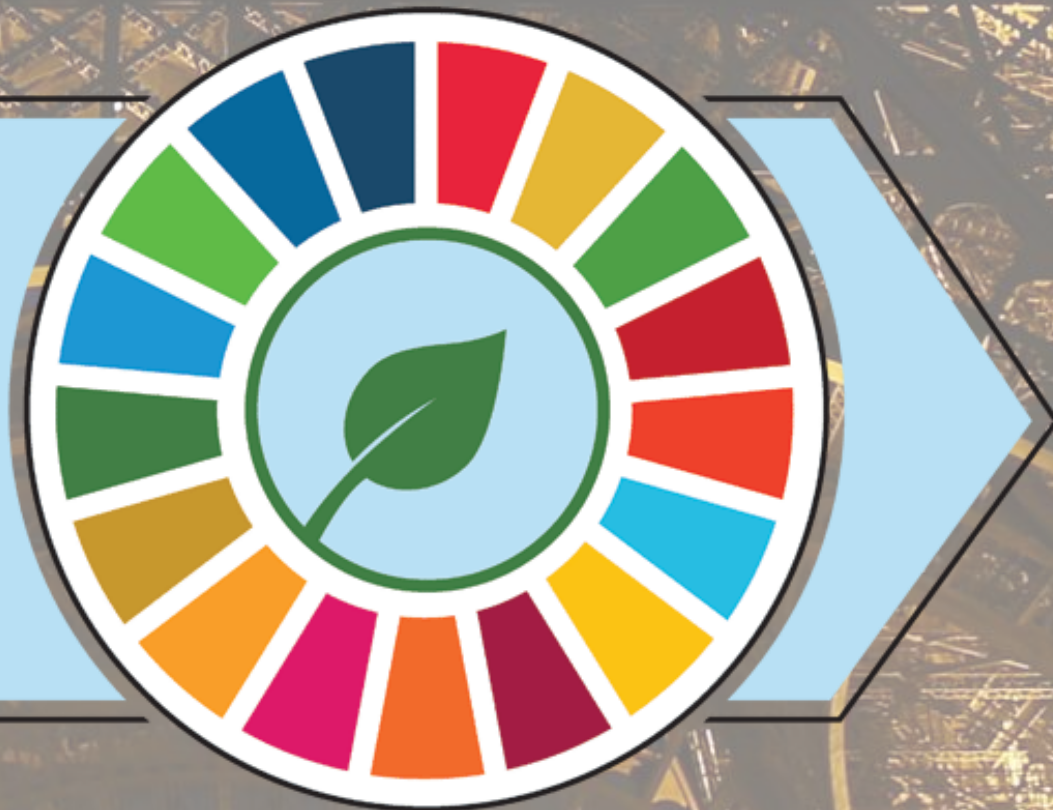
um agronegócio dependente do clima

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

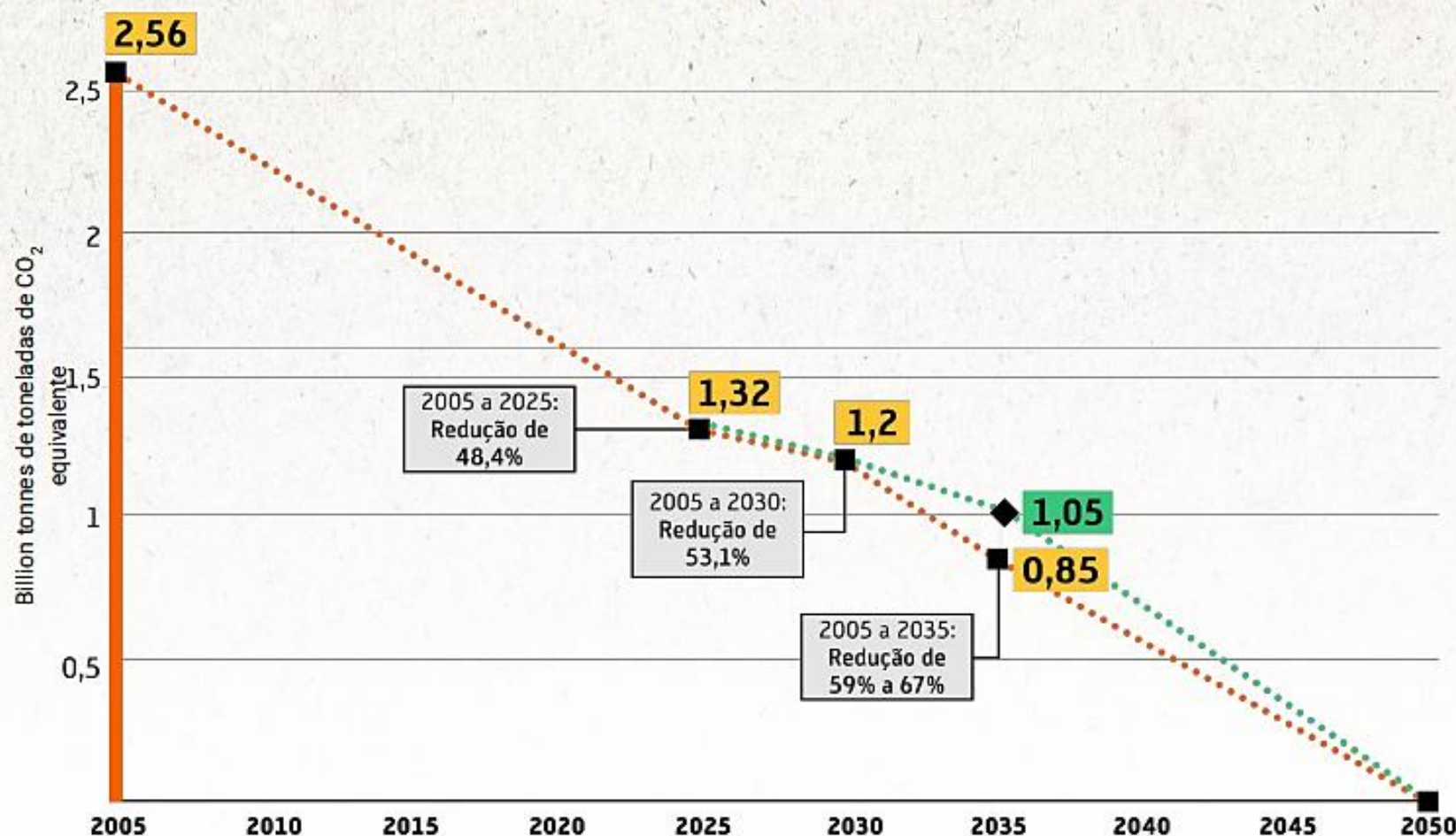
Determinação Nacional em Contribuir

<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 BRASILEIRAS 2022 / 2023

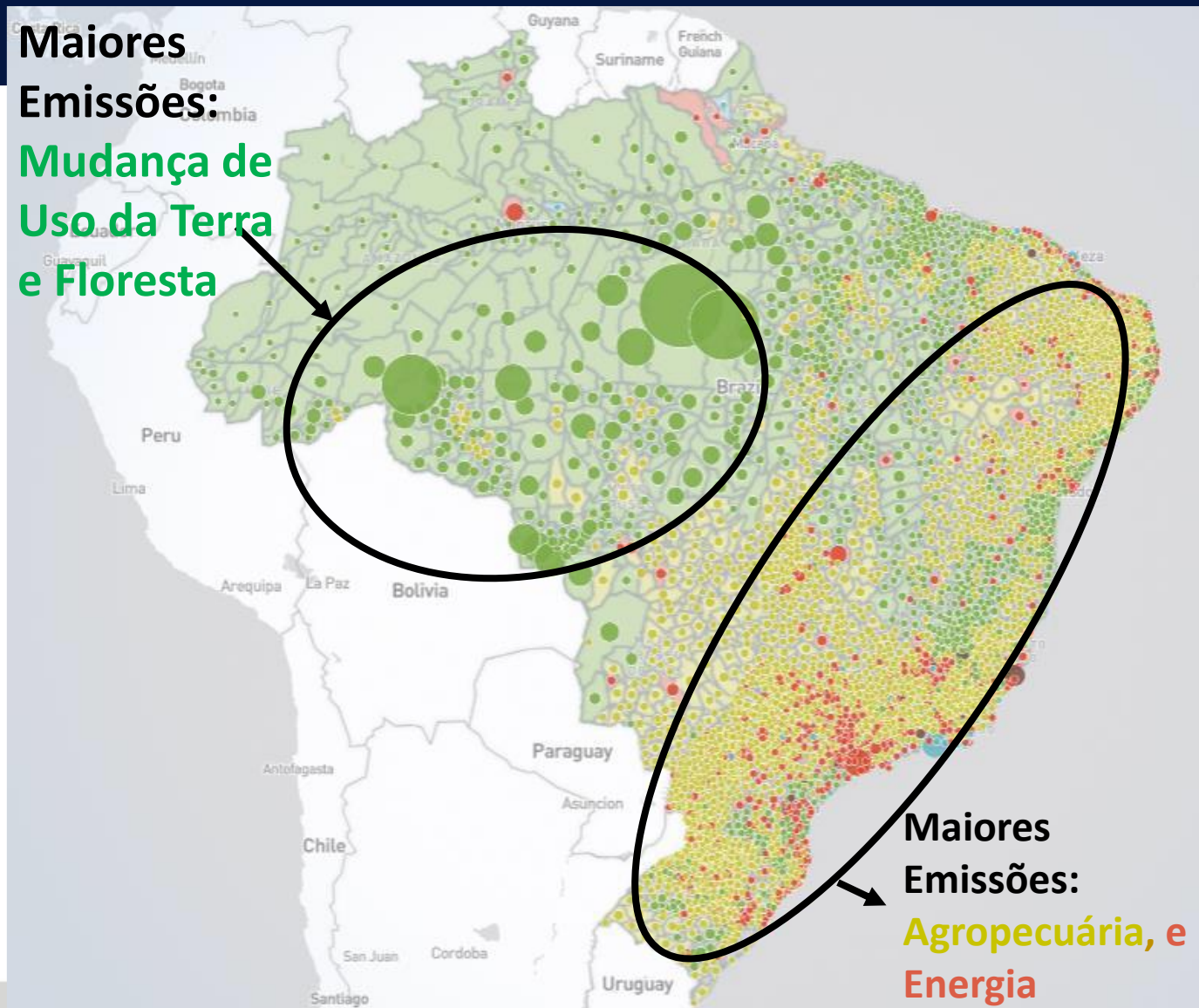
Emissões de
GEE no Brasil

Bilhões de
toneladas CO₂e
2022: 2,6
2023: 2,3

Remoções 2023
(28%): 642

Emissões
líquidas: 1,65

**Maiores
Emissões:
Mudança de
Uso da Terra
e Floresta**



**Maiores
Emissões:
Agropecuária, e
Energia**

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

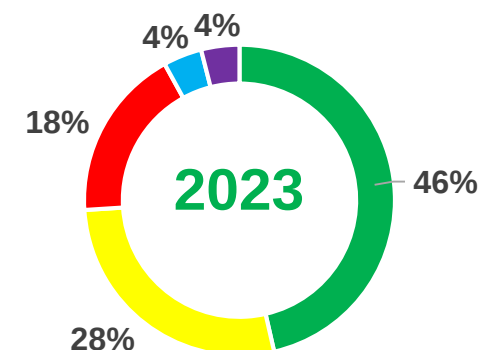
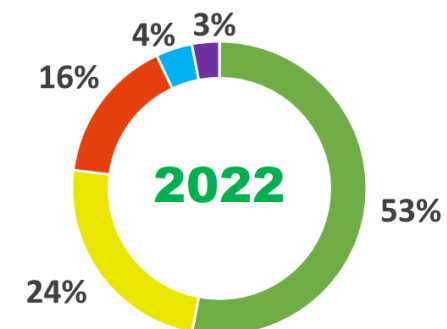
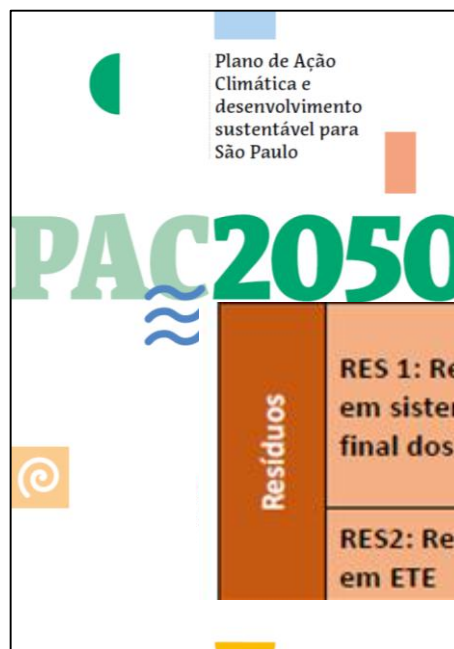


Tabela 6: As Ações e Subações do PAC2050

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)	
TRA5: 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: Reflorestamento 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
ENE3: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia e H ₂	ENE2.3: Sistemas offshore	
Resíduos e emissões de destinação de 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	
Indústria e construção e emissões	RES2.1: Design e controle de processos em ETE	
	RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás	
Indústria e construção	IND2: CCS/CCUS e compensação de emissões	IND2.1: CCS e CCUS Petróleo e Gas
		IND2.2: CCS e CCUS Cal
		IND2.3: CCS e CCUS Cimento

Plano Clima (nacional em elaboração 2025)

- Estratégia Nacional de Mitigação
- Estratégia Nacional de Adaptação
- Estratégias Transversais para a Ação Climática
- Planos Setoriais de mitigação
- Planos Setoriais de adaptação



ORIGEM DAS EMISSÕES

- Como ligamos as coisas (27%)
 - Como fabricamos as coisas (31%)
 - Como cultivamos as coisas (19%)
 - Como transportamos as coisas (16%)
- 51 Bi TCO₂ equivalente por ano para zerar



2021

TENDÊNCIAS – MERCADO DE CARBONO

Precisamos remover de 1 a 10 bilhões tCO₂e por ano até 2.100

O mercado de carbono tem previsão de aumento de USD 260 bi para USD 1 tri até 2030.

Investimentos necessários: de USD 100 a USD 150 tri nos próximos 30 anos

Estimativa do preço do carbono: USD 50 a USD 150 tCO₂e

Demanda do mercado voluntário de carbono para 2030 : 2 bilhões toneladas de CO₂e

COMO ALAVANCAR

POLÍTICAS PÚBLICAS

Incentivo com adoção de metas, taxas, valoração do carbono e ajustes na fronteira (EU), com visão de longo prazo.

REGULAÇÃO DOS MERCADOS

- Melhorias e interação dos mercados regulados.
- Fortalecer o mercado voluntário.

INSTRUMENTOS FINANCEIROS

Incentivar a descarbonização com criação de ferramentas financeiras e mercado de capitais robustos.

CURIOSIDADE: O QUE VOCÊ FAZ NO DIA A DIA QUE MAIS CONTRIBUI PARA SUA PEGADA DE CARBONO?



- **Exemplos de ações que aumentam a pegada de carbono:**

- Uso frequente de carro particular
- Viagens de avião
- Consumo de carne vermelha
- Uso de energia elétrica, gás
- Geração de resíduos...

- **Exemplos de ações que reduzem a pegada de carbono:**

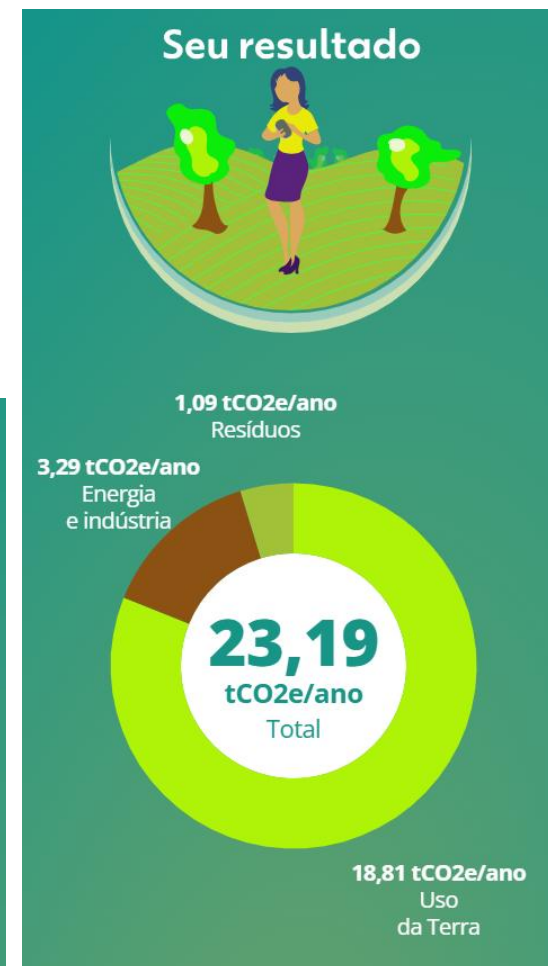
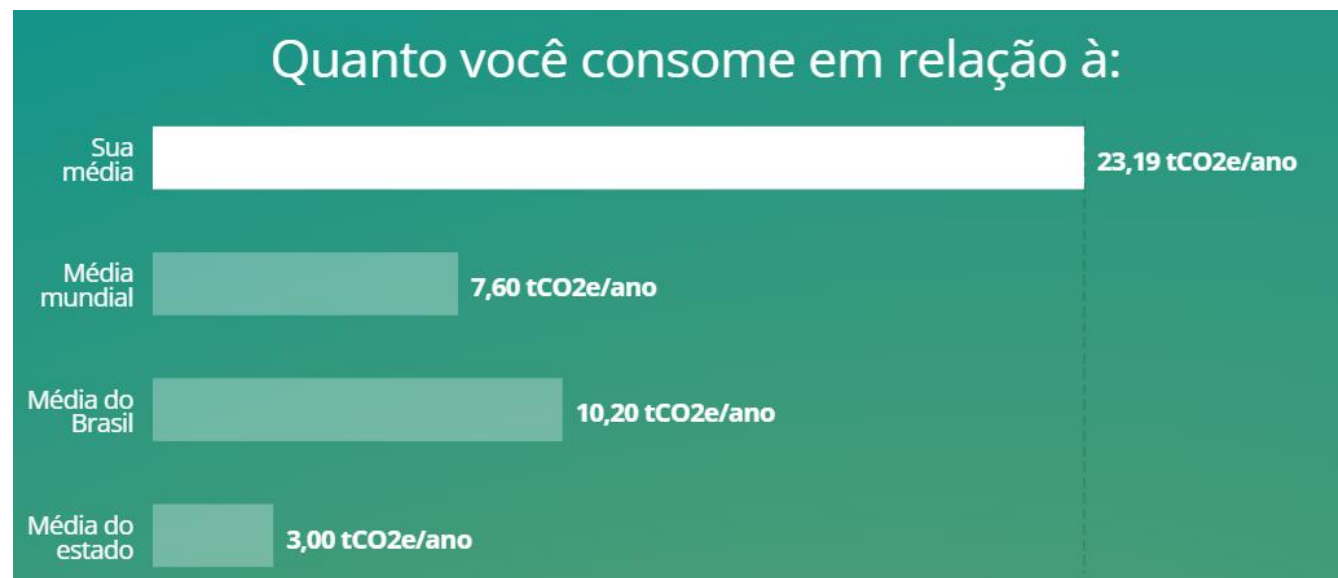
- Consumo consciente
- Separação e reciclagem de resíduos
- Uso de transporte público, bicicleta, carona
- Redução de consumo de produtos de origem animal...



CALCULADORA DE CARBONO!



<https://especiais.g1.globo.com/meio-ambiente/calculadora-emissoes-carbono/>



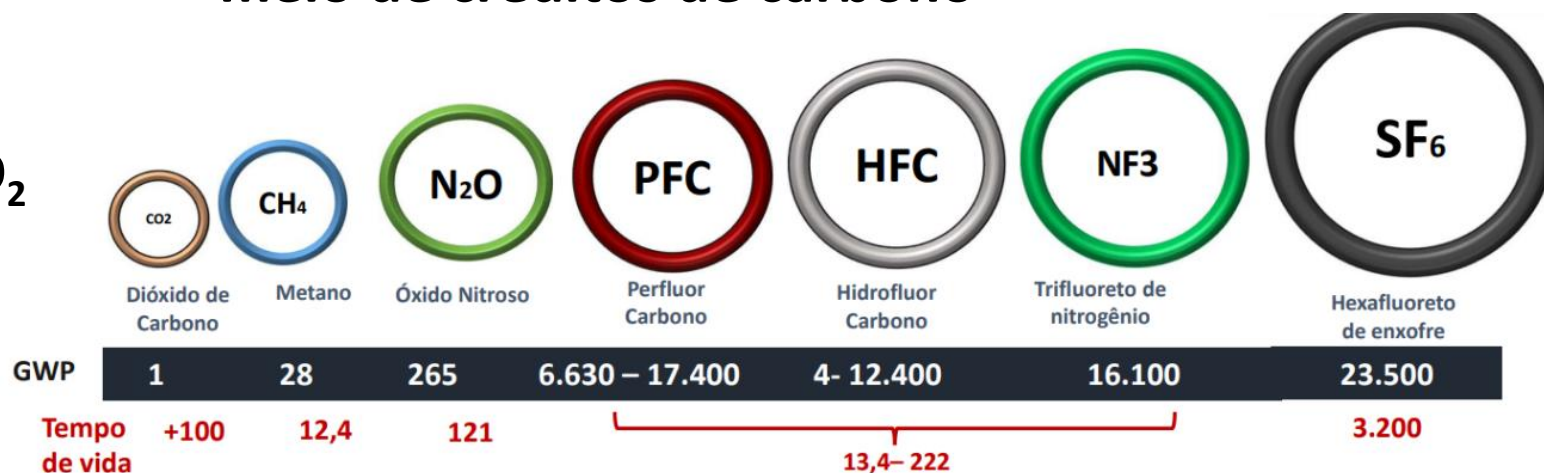
CONCEITOS



CO₂ / CRÉDITO / MERCADO DE CARBONO

- CO₂ equivalente – medida utilizada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa baseado no **potencial de aquecimento global** de cada um definido na decisão 2/COP 3
- Crédito de carbono – unidade comercial com **valor monetário** correspondente a **1 tonelada de CO₂ equivalente**

- Mercado de carbono - A cada tonelada de CO₂ equivalente não emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento pode ser **negociada no mercado mundial por meio de créditos de carbono**



Cada GEE tem diferentes características que impactam no aquecimento global

→ GWP: Potencial de Aquecimento Global

Fonte: AR5- horizonte 100 anos

CÁLCULO DE EMISSÕES

Emissões de escopo 1

- São as emissões liberadas para a atmosfera como resultado direto das operações da própria empresa. Todos os combustíveis que produzem emissões de gases de efeito estufa devem ser incluídos no escopo 1, a combustão dos veículos pertencentes ou controlados pela empresa, por exemplo.

Emissões de escopo 2

- São as emissões indiretas, provenientes da energia elétrica adquirida para uso da própria companhia. Ou seja, todas as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera a partir do consumo de eletricidade, vapor, calor e refrigeração entram aqui.

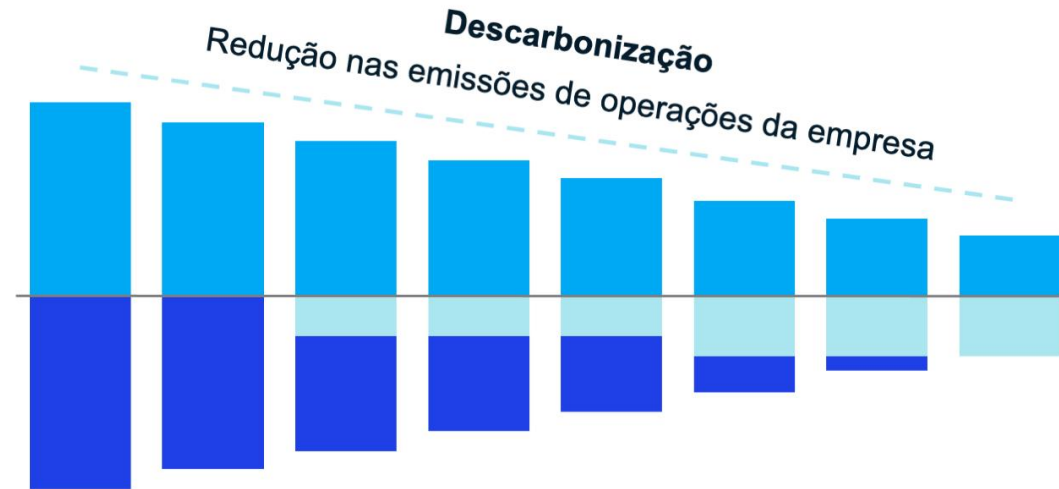
Emissões de escopo 3

- São todas as emissões indiretas não incluídas no escopo 2 que ocorrem na cadeia de valor da empresa. Em outras palavras, são emissões ligadas às operações da companhia, como matéria-prima adquirida, viagens de negócios e deslocamento dos colaboradores, descartes de resíduos, transporte e distribuição.

DESCARBONIZAÇÃO / CARBONO NEUTRO / CARBONO ZERO

Emissões das operações da empresa

tCO₂eq



Carbono neutro

Compensação das emissões através da compra de créditos de redução de carbono, podendo incluir créditos de remoção também



Compensação de emissões com créditos originados de projetos que reduzem ou evitam emissão de carbono na atmosfera (por exemplo, projetos de conservação florestal)



Compensação de emissões com créditos originados de projetos que removem carbono já presente na atmosfera (por exemplo, projetos de restauração florestal)

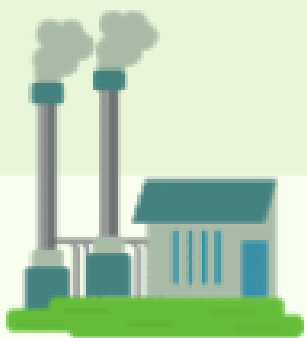


Carbono zero

Após descarbonização, compensação das emissões remanescentes através da compra de créditos apenas de remoção

MERCADO DE CRÉDITO DE CARBONO

MERCADO DE CRÉDITO DE CARBONO



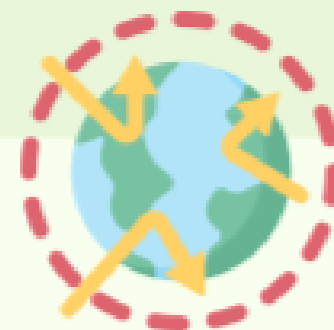
Cada país ou indústria possui uma quantidade limite de emissão de carbono e quando este limite é ultrapassado ele precisa **comprar** créditos de carbono



Se o país ou indústria conseguiu diminuir suas emissões e não atingiu o limite estipulado ou possui áreas de floresta conservada, este pode **vender** seus créditos



Uma tonelada de dióxido de Carbono (CO_2) corresponde a **UM crédito de carbono** que poderá ser negociado no mercado internacional



Outros gases geradores de Efeito Estufa também podem ser convertidos em créditos de carbono, conforme conceito de Carbono Equivalente

MERCADOS DE CRÉDITO DE CARBONO

- São 3 os principais mercados de carbono

- O mercado de carbono regulado em nível internacional que está no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas (**UNFCCC**), onde, atualmente, vigora o Acordo de Paris, cujas metas de redução de emissões são as NDC's (em inglês, **Nationally Determined Contributions**) de cada país

Aguardando legislação

- Os mercados regulados de carbono regionais, nacionais e subnacionais denominados **ETS** (*emissions trading system*);

Lei nº 15.042 (11/12/2024)

- O mercado voluntário de carbono

SBCE (Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa)

Em operação

EU-ETS (Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia)

LEI Nº 15.042 (11/12/2024) INSTITUI O SISTEMA BRASILEIRO DE COMÉRCIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SBCE)

**REDUZIR
OBRIGATORIAMENTE**

Mercado Regulado

- **Origem:** Criação do SBCE - Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE)
- **Regramento:** Leis (PL 2.148/2015) e regulamentos
- **Instrumento:** CBES e CRVES
- **Negociação:** Dentro do mercado regulado, com interoperabilidade*
- **Descumprimento** Penalidades previstas em lei (multas, entre outros)

Mercado Voluntário

- **Origem:** compromissos adotados pelo setor privado livremente
- **Regramento:** (VCS, Gold Standard, ACR, CAR etc.
- **Instrumento:** créditos de carbono
- **Negociação:** Entre quaisquer atores fora do mercado regulado
- **Descumprimento** Impactos reputacionais negativos e investimentos

**INTEROPERABILIDADE ENTRE
MERCADOS**

**COMPENSAR
VOLUNTARIAMENTE**

LEI Nº 15.042 (11/12/2024) INSTITUI O SISTEMA BRASILEIRO DE COMÉRCIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SBCE)

- **O que muda com a regulação?**
- O mercado regulado de carbono estabelece **METAS** de GEE. Empresas que não atingirem suas metas de redução de emissões poderão comprar permissões de emissão, conhecidas como Cotas Brasileiras de Emissão (CBEs), de empresas que estiverem abaixo do limite.
- Esse mecanismo cria um sistema de compra e venda destas cotas, funcionando como um incentivo financeiro para que as indústrias adotem práticas produtivas mais limpas e eficientes.
- Empresas que investirem em tecnologias de baixo carbono podem obter vantagens competitivas, enquanto aquelas que não se adequarem estarão sujeitas a custos adicionais.



Cota Brasileira de Emissões (CBE)

ativo fungível, transacionável, representativo do direito de emissão de 01 ton de CO_{2eq}, **outorgada pelo órgão gestor do SBCE**, de forma gratuita ou onerosa, para as instalações ou fontes reguladas.



Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE)

ativo fungível, transacionável, representativo da efetiva redução de emissões ou remoção de GEE de 01 ton de CO_{2eq}, seguindo **metodologia credenciada e com registro efetuado no SBCE**.



Créditos de Carbono

ativo transacionável, autônomo, representativo de efetiva redução de emissões ou remoção de 01 ton de CO_{2eq}, com **natureza jurídica de fruto civil**, obtido a partir de projetos ou programas de redução de emissões ou remoção de GEE desenvolvidos com base em um bem, com abordagem de mercado, **submetidos a metodologias nacionais ou internacionais** que adotem critérios e regras para mensuração, relato e verificação de emissões, externos ao SBCE.



Certificado de Recebíveis de Créditos Ambientais (CRAM)

título de crédito nominativo, de livre negociação, representativo de **promessa de pagamento em dinheiro ou em entrega de créditos de carbono**, que constitui título executivo extrajudicial

LEI Nº 15.042 (11/12/2024) INSTITUI O SISTEMA BRASILEIRO DE COMÉRCIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SBCE)

MERCADO REGULADO | LIMITE JURISDICIONAL

- I - submeter plano de monitoramento à apreciação do órgão gestor do SBCE;
- II - enviar relato de emissões e remoções de GEE, conforme plano de monitoramento aprovado;
- III - enviar relato de conciliação periódica de obrigações;
- IV - atender outras obrigações previstas em decreto ou em ato específico do órgão gestor do SBCE.

-acima de
10.000
tCO₂e/ano

- acima de
25.000
tCO₂e/ano

Vale (2024)
7,7 MtCo₂e
Escopo 1, 2

Orizon (2024)
77.595 tCo₂e
Escopo 1, 2, 3

IPT (2024)
1579,88 tCo₂e
Escopo 1, 2, 3

Atividades

Qualquer ação, processo de transformação ou operação que emita ou possa emitir GEE

(art. 2, inc. II)

Fontes

Qualquer propriedade física ou área onde se localiza uma ou mais fontes estacionárias associadas a alguma atividade emissora de GEE

(art. 2, inc. XIII)

Instalações

Processo ou atividade, móvel ou estacionário, de propriedade direta ou cedido por meio de instrumento jurídico ao operador, cuja operação libere GEE, aerossol ou um precursor de GEE

(art. 2, inc. XVI)

Art. 1º, §1º

Todas **atividades**, às **fontes** e às **instalações** que emitam ou possam emitir GEE

Art. 30, inc. II

Operadores responsáveis pelas **instalações e fontes** que emitam **acima de 25.000 tCO₂e/por ano**;

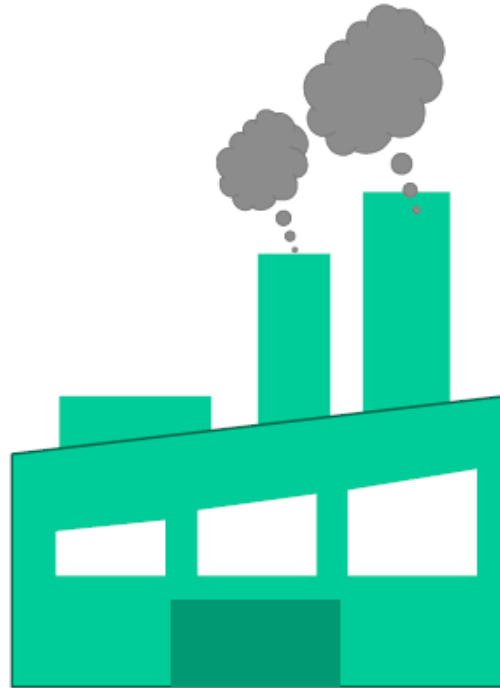
Art. 1º, §2º

EXCETO aquelas relacionados à **produção primária agropecuária**

TRIBUTAÇÃO DE CARBONO

O tributo pode ser:

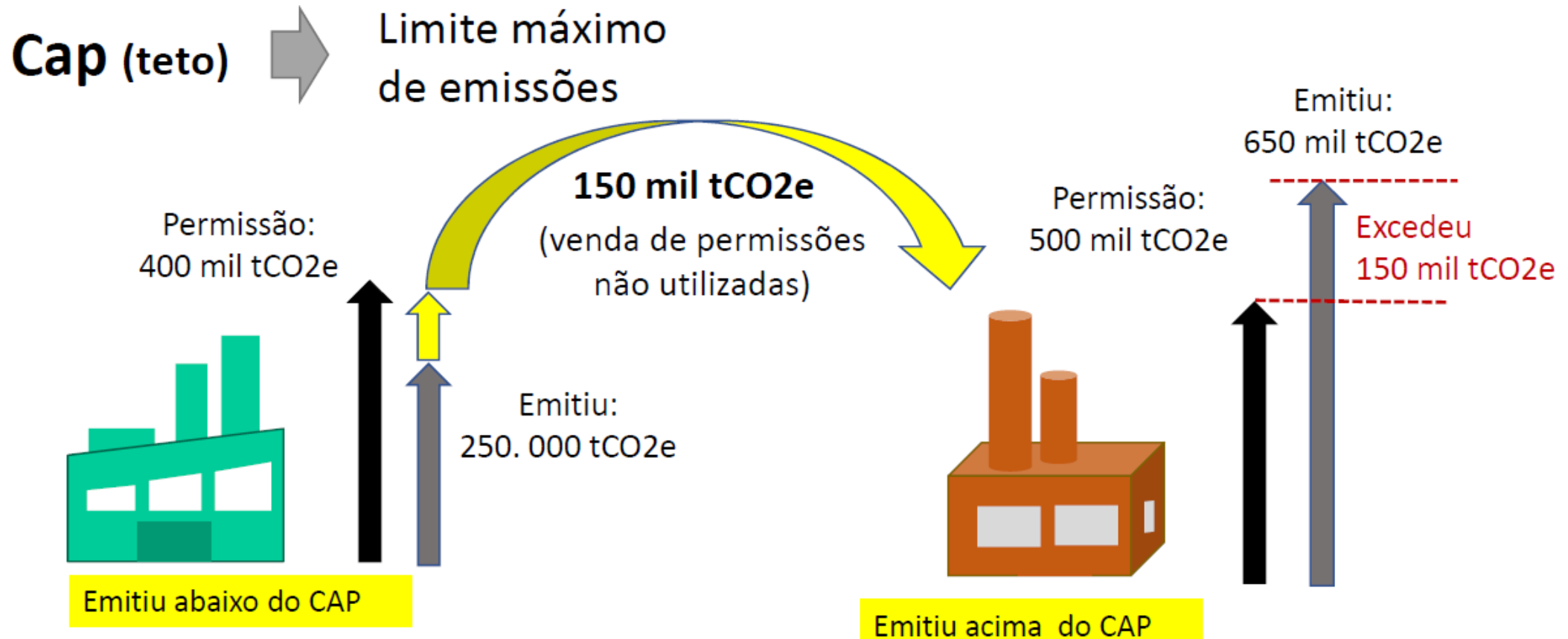
- Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto



A redução de emissão da empresa resulta em:

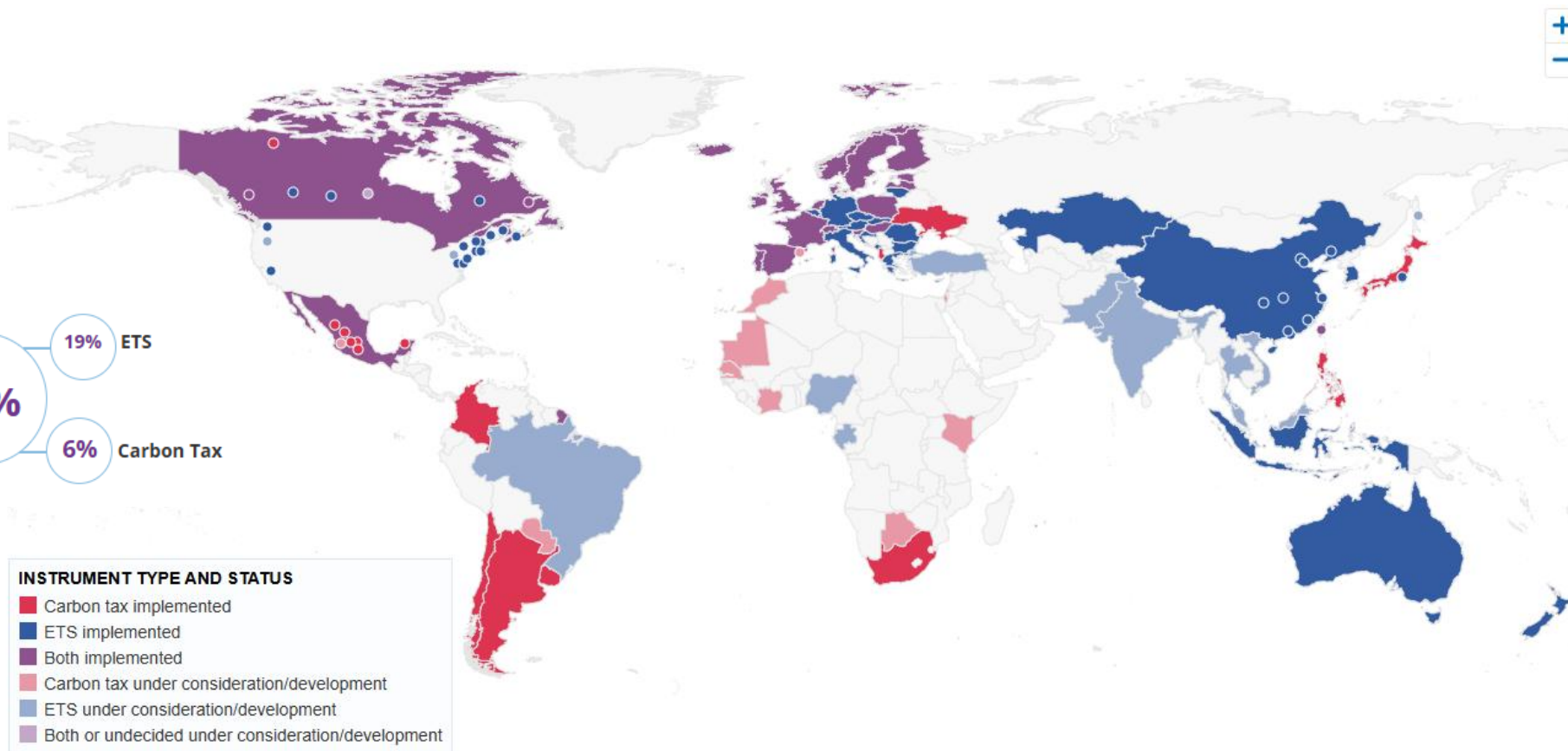
- Economia para a empresa

SISTEMA DE COMÉRCIO DE EMISSÕES (CAP AND TRADE)



INICIATIVAS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO

Em 2024:
89 iniciativas de
precificação de carbono



<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/instrument-detail>

FORMAS DE PRECIFICAÇÃO



<https://amazingreen.com.br/mercado-de-bilhoes-como-o-credito-de-carbono-movimenta-economias-no-mundo/>

■ CURIOSIDADES

■ Mercado Voluntário:

- No mercado voluntário, onde a negociação é livre, os preços podem variar consideravelmente, com alguns projetos de reflorestamento chegando a US\$ 50 por tonelada de CO₂ equivalente.

■ Mercado Regulamentado:

- Em mercados regulamentados, como o da União Europeia, os preços podem ser mais altos, chegando a €71,85 por tonelada de CO₂, o que equivale a cerca de R\$ 361 em conversão direta.

■ Fatores que afetam o preço:

- A cotação do crédito de carbono é influenciada por diversos fatores, incluindo a demanda e oferta, políticas governamentais, avanços tecnológicos, condições econômicas globais e mudanças na percepção pública sobre as mudanças climáticas.

■ Valor por hectare:

- Em média, 1 hectare de área preservada ou com boas práticas sustentáveis pode gerar entre 140 e 210 créditos de carbono, cada um valendo em torno de R\$ 25,00.

TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS / OPORTUNIDADES

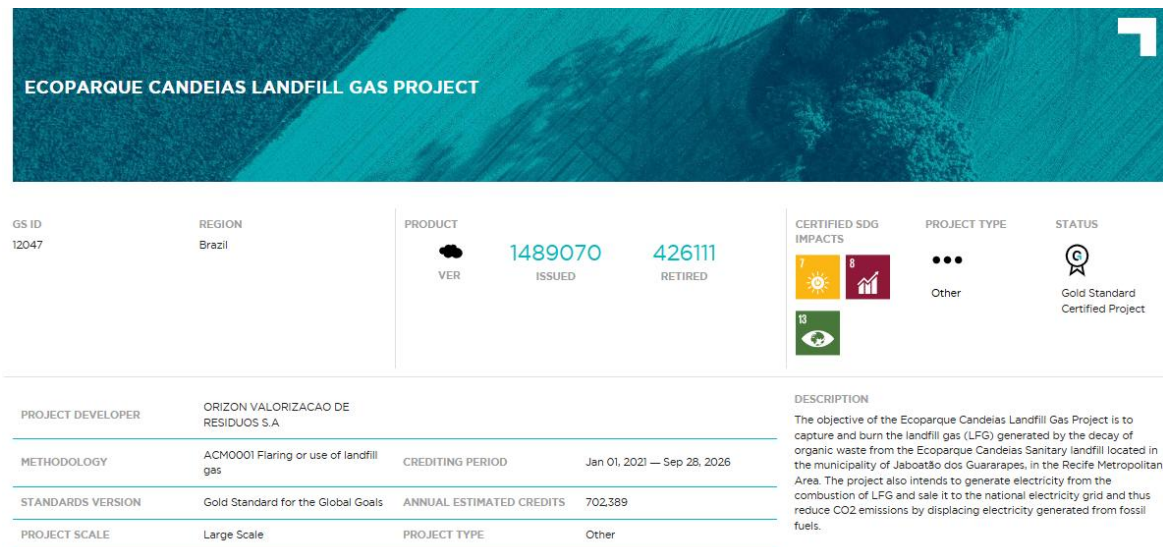


ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DE BAIXO CARBONO PARA O LONGO PRAZO (2050)



- **Redução do desmatamento** e papel dos sumidouros florestais e do solo
- **Bioeconomia** voltada para o comércio internacional
- Economia **circular**
- Transição **energética**
- Redirecionamento dos recursos a investimentos de **baixo carbono**

PROJETOS DE ATERRO SANITÁRIO



<https://registry.goldstandard.org/projects/details/4048>

- Os créditos de projetos de gás de aterro sanitário (Landfill Gas) certificados com o selo de alta integridade CCP cresceram:
- +149% em volume de transações
- +35% no preço médio do crédito

O biogás é monitorado por equipamentos calibrados, em tempo real, com registros digitalizados. Isso reduz drasticamente o risco de manipulação e fortalece a integridade ambiental dos créditos emitidos.

Dados confiáveis

Rastreáveis

Auditáveis

≈7 \$ tCO₂e



CENTRO DE CIÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO (CCD)

Cidades Carbono Neutro



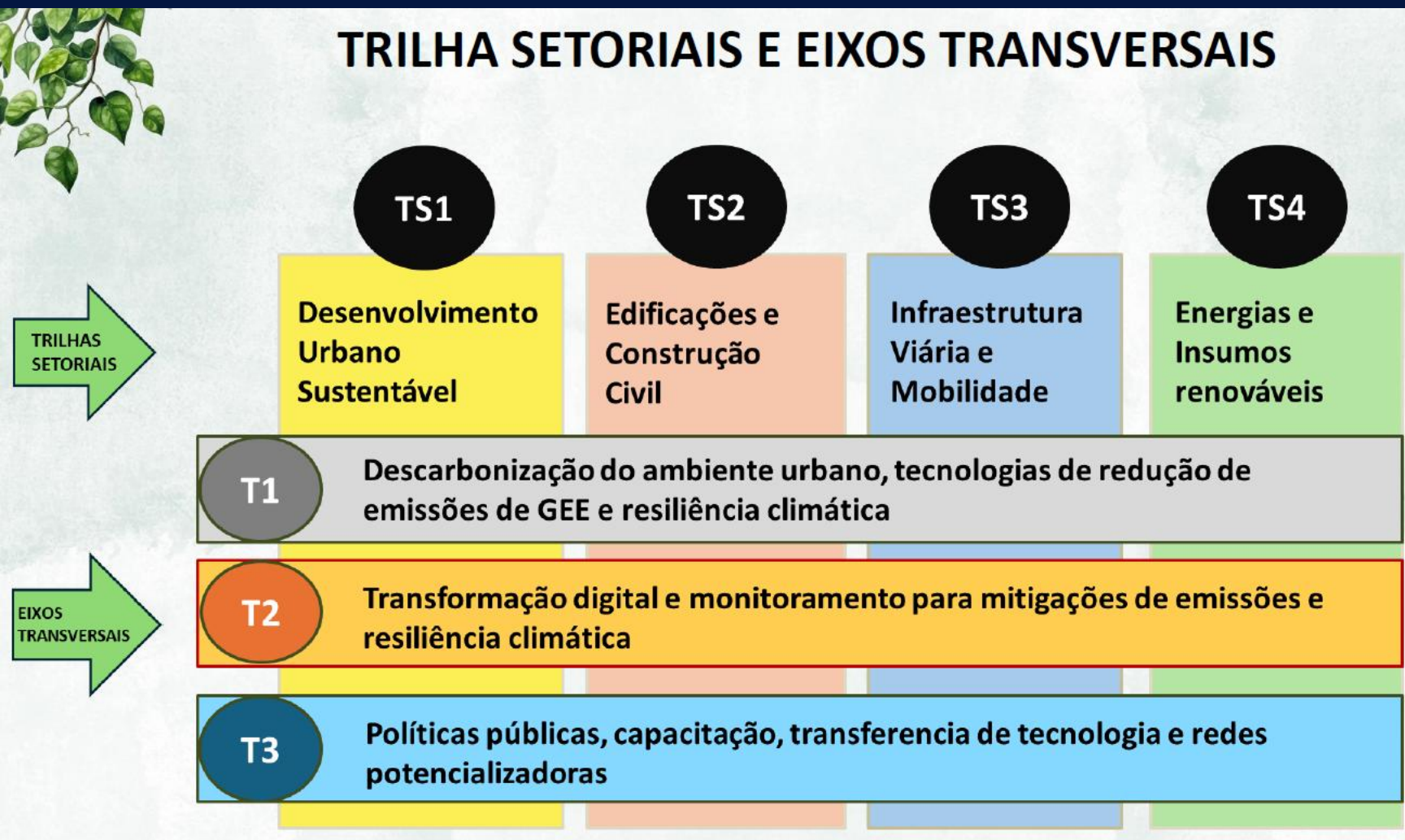
SOBRE O CCD

O CCD Cidades Carbono Neutro apoia 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.



TEMAS

TRILHA SETORIAIS E EIXOS TRANSVERSAIS



- 36 Instituições Parceiras
 - 9 ICTs brasileiras
 - 7 ICTs internacionais
 - 7 empresas
 - 6 Associações e ONGs
 - 7 agências governamentais
- 5 anos de projeto (2024 – 2029)
- Recursos: R\$ 31 milhões
 - R\$ 10M – FAPESP
 - R\$ 6M – Empresas
 - R\$ 15M – ICTs e Governo
- 76 pesquisadores
- 43 bolsistas
- 120 profissionais envolvidos

ECOSSISTEMA

QUADRUPLA HÉLICE: GOVERNO, ICTS, SETOR PRIVADO E SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA



**TRILHAS
SETORIAIS**

1

**Desenvolvimento Urbano
Sustentável**

Coordenador: Camila Camolesi (IPT)

Projeto 1.1 - Cidades e Comunidades Resilientes

Projeto 1.2 - Habitações Resilientes

Projeto 1.3 - Planejamento para uso de Soluções Baseadas na Natureza (SbN)

Projeto 1.4 - Políticas Públicas na prevenção de quedas de árvores

2

Edificações e Construção Civil

Coordenador: Luciana Oliveira – PP (IPT)

Projeto 2.1 - Cimento reciclado: desempenho otimizado com adição de óxido de grafeno

Projeto 2.2 - Blocos intertravados de ultrabaixa pegada de carbono para vias urbanas: explorando o uso de adição de resíduo de cimento termooativado e a captura de carbono

Projeto 2.3 - Sistemas Construtivos Industrializados em Madeira como Estratégia para Descarbonização do Ambiente Construído

Projeto 2.4 - Sistema de monitoramento para otimização do rendimento energético de aquecedor solar de água

Projeto 2.5 - Modelos digitais de eficiência energética das edificações, para redução das emissões de CO2 – Escala prédio e condomínio

3

Infraestrutura Viária e Mobilidade

Coordenador: Cassiano Isler -PP (USP-POLI)

Projeto 3.1 - Mobilidade sem Barreiras: Avaliação de Pedágios Free-Flow para Rodovias Urbanas Sustentáveis

Projeto 3.2 - Impactos de Alagamentos na Operação de Transporte Público: Indicador Multidimensional Integrado a melhorias na Infraestrutura de Transportes

Projeto 3.3 - Plataforma digital para redes urbanas de grande porte baseada em simulação de tráfego e emissões de poluentes (TS-3/ET-2)

4

Energias e Insumos renováveis

Coordenador: Fernanda Peixoto (IPT)

Projeto 4.1 - Insumos e energia de baixo carbono a partir de resíduos orgânicos urbanos (ROU)

Projeto 4.2 - Emissões Fugitivas de Metano em Aterros Sanitários

Projeto 4.3 - Matriz de Decisão de Tecnologias Baixo Carbono para Resíduos Sólidos

Projeto 4.4 - Avaliação Geomecânica da Estocagem Geológica de CO2 no Estado de São Paulo

Projeto 4.5 - Emissões de GEE no Saneamento Básico

I

Descarbonização do ambiente urbano, tecnologias de redução de emissões de GEE e resiliência climática

Coordenador: Leandro Gomes de Freitas (IPT)

Projeto T1 - Procedimentos para avaliação do potencial de descarbonização de tecnologias e oportunidades para geração de créditos de carbono

II

Transformação digital e monitoramento dos serviços e operações para mitigações de emissões GEE e resiliência climáticas em cidades

Coordenador: Daniel Cordeiro - PP (USP-EACH) e Alessandro Santiago - PP (IPT)

Projeto T2.1 - Green IT para Computação em Nuvem

Projeto T2.2 - Arcabouço base de gêmeos digitais para o monitoramento da descarbonização

III

Políticas públicas, capacitação, transferencia de tecnologia e redes potencializadoras

Coordenador: Heidy Rodriguez Ramos – PP (UNINOVE)

Projeto T3.1 - Descarbonização das cidades: Políticas Públicas e regulatórias para o estado de São Paulo

Projeto T3.2 - Prospecção de soluções tecnológicas inovadoras de baixo carbono para as cidades

Projeto T3.3 - Implementação de Soluções Baseadas na Natureza (sbn) para a descarbonização das cidades

Projeto T3.4 - Desafios da comunicação não científica na construção de cidades carbono neutro

**EIXOS
TRANSVERSAIS**

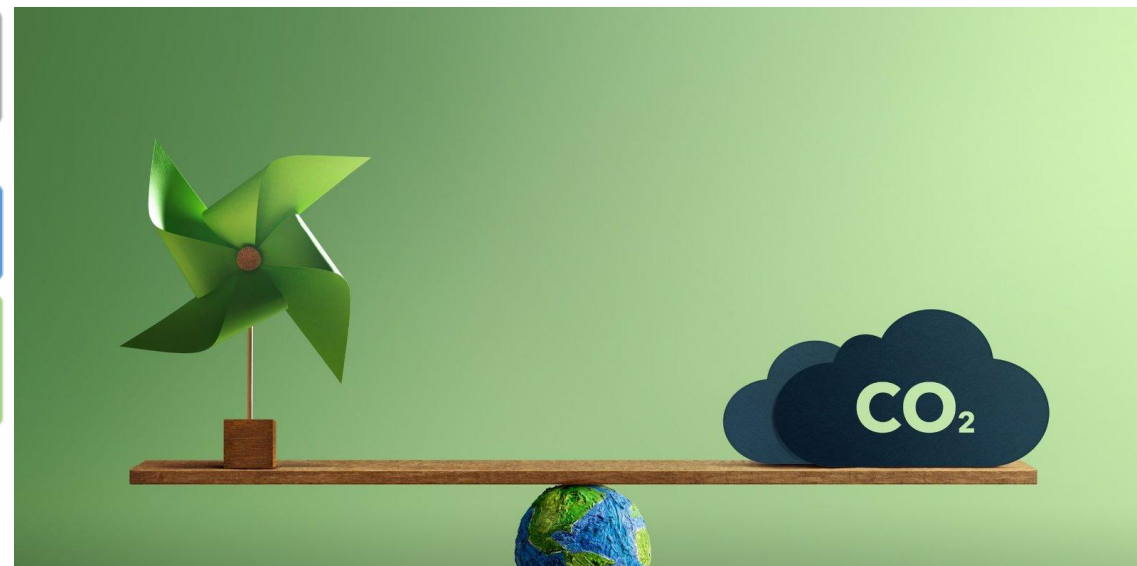
TRANSVERSAL 1 - DESCARBONIZAÇÃO DAS CIDADES E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

- 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.



PROJETOS DA TRANSVERSAL 1

- **T1: Procedimentos para avaliação do potencial de descarbonização de tecnologias e oportunidades para geração de créditos de carbono**



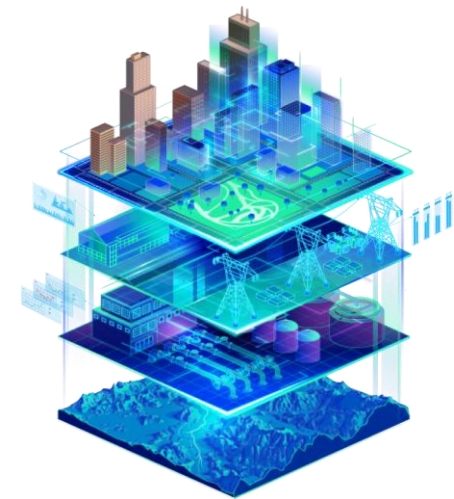
TRANSVERSAL 2: TRANSFORMAÇÃO DIGITAL PARA O MONITORAMENTO E EFICIÊNCIA DE SERVIÇOS PARA MITIGAÇÃO DE EMISSÕES E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

- Apoiar a transformação digital de todas as trilhas para o monitoramento e eficiência dos serviços para mitigar emissões e aumentar a resiliência climática;
- Realizar pesquisas técnicas e científicas aplicadas nas cidades por meio da aplicação de **gêmeos digitais** para monitoramento da descarbonização e seguindo práticas e modelos de **Computação Verde e Sustentável**.



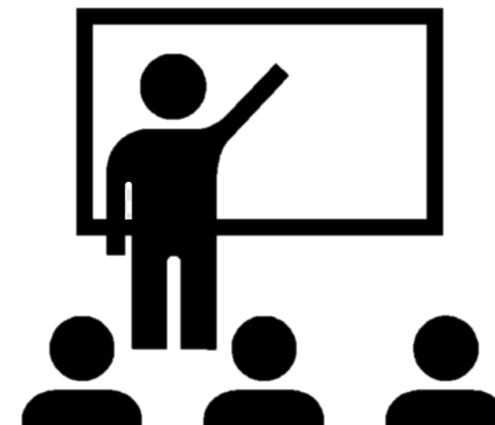
PROJETOS DA TRANSVERSAL 2

- **T2.1: Green IT para Computação em Nuvem**
- **T2.2: Arcabouço base de gêmeos digitais para o monitoramento da descarbonização**



TRANSVERSAL 3: POLÍTICAS PÚBLICAS, CAPACITAÇÃO, TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E REDES POTENCIALIZADORAS

- **Políticas Públicas:** Elaborar o panorama de descarbonização do Estado de São Paulo e plano de ação, contemplando as 4 trilhas do CCD: Desenvolvimento Urbano Sustentável, Edificações e Construção Civil, Infraestrutura Viária e Mobilidade e Energia e Insumos Renováveis.
- **Capacitação:** Promover a capacitação contínua de profissionais, gestores, organizações e prefeituras, com ênfase na descarbonização urbana, por meio de programas de educação a distância (EAD) e outras formas de capacitação.
- **Transferências** de tecnologia e redes potencializadoras: instituições acadêmicas, empresas e governos, promovendo a inovação colaborativa e a implementação de soluções tecnológicas para a descarbonização das cidades, incluindo ações de comunicação não científica com foco em estratégias de divulgação acessíveis à população.

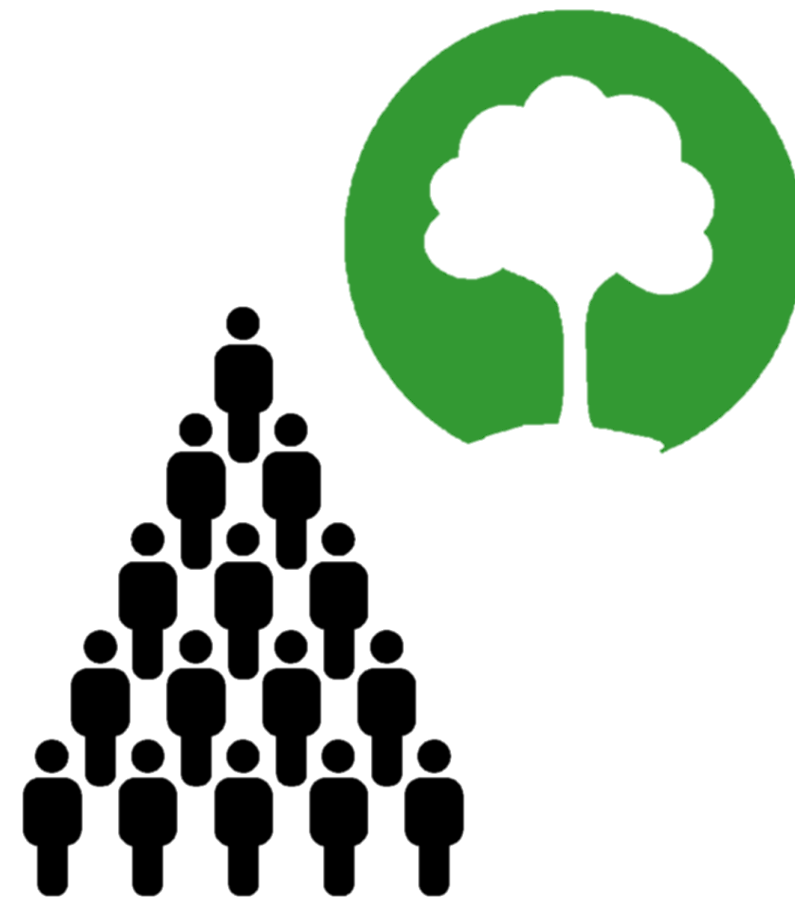


PROJETOS DA TRANSVERSAL 3

- **T3.1: DESCARBONIZAÇÃO DAS CIDADES: POLÍTICAS PÚBLICAS E REGULATÓRIAS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**
- **T3.2: PROSPECÇÃO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INOVADORAS DE BAIXO CARBONO PARA AS CIDADES**
- **T3.3: IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbN) PARA A DESCARBONIZAÇÃO DAS CIDADES**
- **T3.4 DESAFIOS DA COMUNICAÇÃO NÃO CIENTÍFICA NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES DE BAIXO CARBONO**

TRILHA 1: DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

A Trilha 1 busca contribuir com o desenvolvimento urbano sustentável a partir da abordagem de dois temas principais: promoção da resiliência climática das cidades e comunidades e estudo de soluções baseadas na natureza para redução dos impactos dos eventos climáticos extremos.



PROJETOS DA TRILHA 1

- **1.1: Cidades e Comunidades Resilientes**
- **1.2: Habitações Resilientes**
- **1.3: Planejamento para uso de Soluções Baseadas na Natureza (SbN)**
- **1.4: Políticas Públicas na prevenção de quedas de árvores**

TRILHA 2: EDIFICAÇÕES E CONSTRUÇÃO CIVIL

Avançar no conhecimento sobre materiais e sistemas construtivos reciclados e eficientes, sobre verificação e monitoramento digital de dados das edificações e suas partes, nas suas diversas fases, que impactam o meio ambiente; e gerar conhecimento e diretrizes que subsidiem políticas públicas para descarbonização das edificações e do ambiente construído.



PROJETOS DA TRILHA 2

- **2.1: Cimento reciclado: desempenho otimizado com adição de óxido de grafeno**
- **2.2: Blocos intertravados de ultrabaixa pegada de carbono para vias urbanas: explorando o uso de adição de resíduo de cimento termoativado e a captura de carbono**
- **2.3: Sistemas Construtivos Industrializados em Madeira como Estratégia para Descarbonização do Ambiente Construído**
- **2.4: Sistema de monitoramento para otimização do rendimento energético de aquecedor solar de água**
- **2.5: Modelos digitais de eficiência energética das edificações, em meio urbano, para redução das emissões de CO₂ – Escala prédio e condomínio**

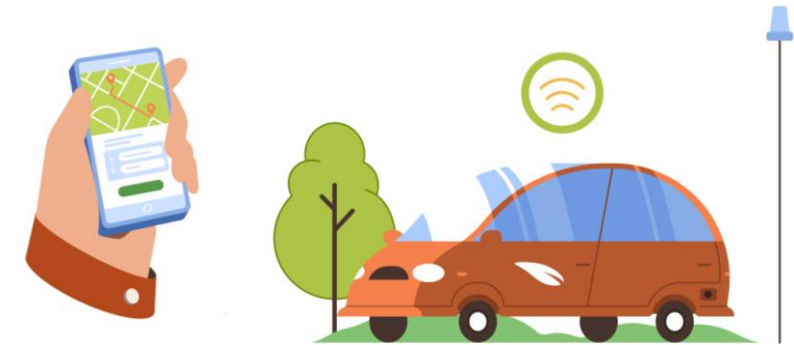
TRILHA SETORIAL 3: INFRAESTRUTURA VIÁRIA E MOBILIDADE URBANA

- Superar os desafios das mudanças climáticas
- Propor soluções multidisciplinares para o transporte urbano
- Apresentar evidências técnico-científicas
- Promover descarbonização e resiliência da infraestrutura e mobilidade



PROJETOS DA TRILHA 3

- **3.1: Mobilidade sem Barreiras: Avaliação de Pedágios Free-Flow para Rodovias Urbanas Sustentáveis**
- **3.2: Impactos de Alagamentos na Operação de Transporte: Indicador Multidimensional Integrado a melhorias na Infraestrutura de Transportes**
- **3.3: Plataforma digital para redes urbanas de grande porte baseada em simulação de tráfego e emissões de poluentes**



TRILHA 4: ENERGIA E INSUMOS RENOVÁVEIS

Desenvolver soluções para a mitigação de gases do efeito estufa e ao uso sustentável de recursos renováveis e geração de energia. Os projetos estruturantes da trilha abordam temas como a mitigação de emissões fugitivas de metano em aterros sanitários, a viabilidade da estocagem geológica de CO_2 e o uso de bioenergia e bioinsumos como alternativas para substituir fontes fósseis e insumos convencionais.



PROJETOS DA TRILHA 4

- **4.1: Insumos e energia de baixo carbono a partir de resíduos orgânicos urbanos (ROU)**
- **4.2: Emissões Fugitivas de Metano em Aterros Sanitários**
- **4.3: Matriz de Decisão de Tecnologias Baixo Carbono para Resíduos Sólidos**
- **4.4: Avaliação Geomecânica da Estocagem Geológica de CO₂ no Estado de São Paulo**
- **4.5: Emissões de GEE no Saneamento Básico**



VISÃO DE UMA MÁQUINA OLHAR DA ENGENHARIA: FUNÇÃO E COMPONENTES TÉCNICOS



Parte da Máquina	Função Técnica
Motor	Fornece energia para o funcionamento da escavadeira.
Braço hidráulico	Realiza os movimentos de escavação, elevação e transporte do material.
Caçamba	Escava e transporta o solo, areia ou pedras.
Cabine	Protege o operador e abriga os comandos de controle da máquina.
Esteiras (ou rodas)	Permitem o deslocamento da escavadeira pelo terreno.
Sistema hidráulico	Transmite a força do motor para os braços e caçamba, usando fluido sob pressão.

Função: Executar escavações em terrenos para obras de construção civil, mineração ou infraestrutura.

Fonte: Cedido por Cláudia Teixeira

AGORA, VAMOS OLHAR PARA A
MESMA MÁQUINA, MAS
CONSIDERANDO ASPECTOS DE
RESPONSABILIDADES SOCIAIS,
AMBIENTAIS E DE GOVERNANÇA

Visão de uma máquina pelo olhar ESG



Ambiental

- Consumo de materiais e energia.
- Emissão de gases poluentes do motor.
- Geração de resíduos na fabricação.
- Biodiversidade.



Governança

- Transparência nos contratos de aquisição e operação.
- Gestão de riscos.
- Anti-corrupção.



Social

- Direitos do trabalhador.
- Condições de trabalho do operador: ergonomia da cabine, segurança e treinamentos.
- Impacto da obra nas comunidades próximas (barulho, poeira, riscos).

Obrigado!

- Letícia dos Santos Macedo
- leticiasm@ipt.br



linkedin.com/school/iptsp/



instagram.com/ipt_oficial/



youtube.com/@IPTbr/

www.ipt.br

