

PEMC 10 ANOS

---

# POLÍTICA ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente



PEMC 10 ANOS

---

# POLÍTICA ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS



São Paulo, Abril de 2022

## Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

L 974p

Lucon, Oswaldo dos Santos

**PEMC 10 anos. Política Estadual de Mudanças Climáticas.**

[recurso eletrônico] / Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente; Oswaldo dos Santos Lucon, Silvana Bernardini Cury Morello e Viviane Coelho Buchianeri (autores), Eduardo Trani, Gil Scatena, Marco Nalon e Jussara Carvalho (revisão). Menandro Guimarães, Fernando Hiji, Vera Maria Aranha Severo (editoração e arte) – São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), Assessoria de Mudanças Climáticas (AMC). – 1. Ed. – São Paulo: Secretaria de infraestrutura e Meio Ambiente, 2022

1 arquivo de texto (140 p.): il. color., PDF 21,8 MB.

Disponível em: <https://www.ambiente.sp.gov.br/pemc>  
ISBN 978 65 993223 – 7 – 2

CDD (21.ed. Esp.) 363.738 748 161

551.525 381 61

Catalogação na fonte: Margot Terada CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.  
Permitida  
a reprodução desde que citada a fonte.

© Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA)  
2022. Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE - SIMA**

**ASSESSORIA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - AMC**

**AUTORIA**

Oswaldo dos Santos Lucon – SIMA/AMC  
Silvana Bernardini Cury Morello – SIMA/AMC  
Viviane Coelho Buchianeri – SIMA/AMC

**REVISÃO**

Eduardo Trani – SIMA/Subsecretaria de Meio Ambiente  
Gil Scatena - SIMA/CPLA  
Marco Nalon - SIMA/IPA  
Jussara Carvalho - SIMA/AInt

**EDITORAÇÃO E ARTE**

Fernando Hisi - SIMA/ACom  
Menandro Guimarães - SIMA/ACom  
Vera Maria Aranha Severo – SIMA/CPLA

1ª. edição  
São Paulo, 2022

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

João Doria  
GOVERNADOR

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Marcos Rodrigues Penido  
Secretário Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente

Luiz Ricardo Santoro  
Secretário Executivo

SUBSECRETARIA DE MEIO AMBIENTE

Eduardo Trani  
Subsecretário

ASSESSORIA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS -AMC

Oswaldo Lucon  
Silvana Cury  
Vivivane Buchianeri



The background features a light teal color with a faint, stylized line graph and bar chart. The line graph consists of several connected points with small teal circles at each vertex, forming a series of peaks and valleys. Below the line graph, there is a bar chart with numerous vertical bars of varying heights, also in a light teal color. The overall aesthetic is clean and modern, typical of a business or data-related presentation.

# Apresentações

## **Apresentação do Secretário de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente**

O Estado de São Paulo posicionou-se, durante a COP-26, em Glasgow, no mês de novembro de 2021, na vanguarda do enfrentamento de suas políticas climáticas ao aderir aos compromissos de neutralidade climática até 2050. Somos reconhecidos em todo o mundo por nossa ambição, baseada nos princípios da melhor ciência e de uma ampla cooperação, tanto nacional quanto internacional. Doze anos atrás, nossa Assembleia Legislativa aprovou uma das leis mais importantes de todo o País: a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Também chamada de PEMC, a Lei 13.798/2009 abriu múltiplos caminhos para que outros governos subnacionais estabelecessem seus marcos legais na área de clima. Imediatamente após sua publicação, nossa Lei testemunhou o Brasil, pela primeira vez, definir compromissos de redução de emissões, mensuráveis, reportáveis e verificáveis.

Muita coisa aconteceu desde então. A Conferência de Copenhague da ONU, em 2009, não trouxe os resultados esperados, e toda uma nova arquitetura global foi criada em torno do Acordo de Paris de 2015. A evidência científica tornou-se muito mais robusta na medida em que todos os países passaram a conviver com um estado de emergência climática. O Brasil passou por diversos eventos climáticos extremos que afetaram sensivelmente nossa economia e nossa sociedade.

Durante todo esse período, aprendemos diariamente as lições da natureza, enquanto vivemos no dia a dia as experiências de implementação de nossa PEMC. Este relatório apresenta, de maneira transparente e corajosa, os resultados de 12 anos de políticas climáticas. Ainda que não tenhamos atingido a meta de redução de gases de efeito estufa (GEE) que nos propusemos, avançamos no marco regulatório, na implementação de políticas de adaptação e resiliência, além dos casos de sucesso no planejamento territorial, no uso dos biocombustíveis, no combate à poluição do ar, no controle da qualidade das águas, na proteção de florestas e da biodiversidade, e no saneamento ambiental, que devem servir de exemplo e serem transmitidas dentro e fora de nosso Estado. Sem elas, não há como se falar em meios de implementação. Afinal, políticas são construídas com propostas, mas mensuradas por resultados concretos.

São Paulo olha para o futuro sem esconder seu passado. Juntos, vamos buscar, com todos os nossos esforços e experiência, a já compromissada neutralidade climática tão necessária para garantirmos os objetivos ambientais na metade deste século. O trabalho é imenso, mas necessário. Para ele, não nos falta vontade tampouco coragem.

Agradeço a todas e todos os que colaboraram para a consecução deste resultado.

**Marcos Penido**

Secretário Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente

## **Apresentação do Subsecretário de Estado de Meio Ambiente**

São Paulo foi o primeiro Estado do Brasil a aderir, por norma legal, com a promulgação do Decreto 65.881/2021, às Campanhas da Organização das Nações Unidas/UNFCCC – Race to Zero e Race to Resilience, indicando os compromissos estratégicos a serem a serem cumpridos.

Parte desses compromissos, será o de estabelecer nosso Plano de Ação Climática Net Zero 2050 rumo à redução significativa de emissões de gases de efeito estufa, além de ampliar a resiliência e a adaptação em face das mudanças climáticas, com a definição de um Plano Estadual de Adaptação e Resiliência Climática, ambos em fase de elaboração.

Essencial também foi a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico, amplamente discutido com a sociedade e os gestores públicos, cuja plataforma de informações georreferenciadas com lente climática servirá de base para decisões estratégicas em relação aos investimentos públicos e privados no território paulista.

A Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) fornece a base para esse esforço. Ela prevê, dentre outras medidas, a adoção de métricas adequadas e metas articuladas com ações estratégicas em diversos setores.

Este relatório é uma devolutiva à sociedade paulista e a todos os demais leitores sobre o que aconteceu, por meio dados estatísticos e ações implementadas. Ele nos convida à reflexão e ao aprimoramento de nossa governança, trazendo diversas metodologias e parâmetros que podem ser assumidos, inclusive por outras jurisdições.

Tenho a plena convicção de que reportes como esses são fundamentais para atingirmos nossos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em resposta aos desafios da emergência climática global e à especificidade dos problemas regionais do estado.

Agradeço aos que participaram deste esforço, em especial ao Laboratório do Observatório do Clima, que disponibilizou publicamente os dados Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa - SEEG, fundamentais para a realização deste relatório.

**Eduardo Trani**

*Subsecretário Estadual de Meio Ambiente*

## Sumário

Apresentações	7
Sumário	12
Executivo	12
Sumário Executivo	13
1. Apresentação	21
2. Governança	22
3. Ações Transversais	26
4. Mitigação de emissões	29
5. Inventários e Cenários de Emissões	43
6. A meta da PEMC para 2020	50
7. Emissões do Estado de São Paulo	51
7.1. Análise Geral	53
7.2. Análise por tipo Gás de Efeito Estufa	55
7.3. Maiores emissores - subsetores	58
7.4. Checagem de Consistência - SEEG x Comunicação Estadual x SIRENE	61
7.5. Setor Energia	67
7.6. Setor Processos Industriais e Uso de Produtos	71
7.7. Setor de Resíduos	81
7.8. Setor Agropecuário	86
7.9. Setor Mudança do Uso da Terra, Florestas e Resíduos Florestais (MUTF)	93
8. Conclusões	112
9. Perspectivas	125
Referências	127





# Sumário Executivo

## Sumário Executivo

A Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, Lei n. 13.798 (09.11.2009) e Decreto n. 55.947 (24.06.2010) tem como objetivo geral estabelecer o compromisso do Estado frente ao desafio das mudanças climáticas globais, dispor sobre as condições para as adaptações necessárias aos seus impactos, bem como contribuir para reduzir ou estabilizar a concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Além de um reporte das emissões, serão relatadas atividades, políticas e medidas relativas à mitigação das emissões, adaptação e governança desta lei desde o final de 2009.

O foco principal da legislação paulista foi a meta global de mitigação de emissões de redução de 20% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) até o ano de 2020 sobre o ano base de 2005 em todos os setores da economia paulista (artigo 32 § 1º, PEMC). Não foram estabelecidas metas setoriais nem intermediárias. Ainda assim, este relatório apresenta análises comparativas das informações inventariadas para os setores Agropecuária, Energia, Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUTF), Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP) e Resíduos. Também são abordadas as remoções do setor MUTF pela incorporação de CO<sub>2</sub> na biomassa, o que equivale a emissões negativas. A análise considera as particularidades metodológicas e sua evolução, e utiliza a parametrização dos gases de efeito estufa em dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), sob os critérios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), que pondera os respectivos potenciais de aquecimento global de todos os gases considerados num horizonte de 100 anos. Esta é a unidade de medida utilizada nos inventários universalmente aceitos e cientificamente consistentes.

A aferição do cumprimento desta meta só foi possível a partir da análise de dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa - SEEG (2021c), base de dados de acesso público elaborada conforme metodologias do IPCC. Através de um acordo de cooperação técnica, assinado em agosto de 2021, entre a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA-SP) e o Laboratório do Observatório do Clima (LabOC), pessoa jurídica responsável pelo produto SEEG, o estado passou a utilizar esse inventário, após análise criteriosa e validação das informações nele contidas, por sua transparência, aprimoramento constante e periodicidade anual. Pelo acordo, São Paulo poderá fazer utilização total ou parcial de dados do SEEG como integrantes de seu próprio Inventário - dessa forma, e a critério, poderá também complementar informações com outras, se consideradas mais consistentes e completas, bem como colaborar para a melhoria da qualidade da base de dados do SEEG, sempre em evolução. Com abrangência nacional, as séries temporais utilizadas pelo SEEG cobrem todos os estados (1970 a 2020) e em abril de 2021 foi disponibilizada também a coleção de dados com detalhamento para todos os municípios do país (2000 a 2018). Este processo requer critérios de padronização e controle de qualidade para a coleta, alocação e análise de dados para todas as jurisdições que serão detalhadas, sendo necessário, às vezes, deixar de contabilizar informações por não estarem disponíveis a todos os arranjos subnacionais considerados, a fim de não prejudicar a comparabilidade e confiabilidade dos inventários.

Com relação à redução das emissões prevista na PEMC, a principal conclusão deste relatório é a **de que não foi atingida a meta** de 20% de redução de emissões para todos os setores econômicos (também chamada de *economy-wide*). **As emissões líquidas paulistas foram reduzidas em 2,1% em 2020, e as emissões brutas em 0,8%, relativamente a 2005**, pelo critério (IPCC AR5) utilizado pelo SEEG (2021c). Apesar de não terem sido metas detalhadas, este relatório verifica que no período em questão dois dos cinco setores tiveram acréscimo nas emissões em termos de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq)<sup>1</sup>: o setor de Energia teve elevação de 24,3% e o de Resíduos, de 14,3%. A maior contribuição para a redução das emissões veio do setor de Processos Industriais e Uso de Produtos, 69,7%, entretanto, esse número deve ser visto sob cautelas metodológicas, explicadas adiante neste relatório, em função da mudança de critérios de alocação de dados do setor. Na Agropecuária, houve redução de 9,2%, e em Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUTF), de 32,1%. A remoção (absorção de carbono na biomassa) calculada de MUTF aumentou 35,7%. As tabelas a seguir apresentam os números absolutos e relativos para cada setor no período de análise. Análises detalhadas e evolução de cada setor e subsetores constam dos demais capítulos deste trabalho, apontando caminhos para a priorização de ações de mitigação. A curva ABC das emissões de gases de efeito estufa do Estado de São Paulo para o ano de 2020 ilustra que dos 371 subsetores inventariados, 8 foram responsáveis por 50% das emissões brutas. Com 24 subsetores, atingiu-se 75% e com 54 subsetores, 90%. As emissões restantes, 10%, são compostas por 317 atividades. Em 2020, dos 24 subsetores mais emissores, 7 tiveram redução em relação a 2005: gado de corte por metano emitido pela fermentação entérica; consumo de óleo diesel nos ônibus; gás de refinaria; metano emitido pela fermentação entérica de gado de leite; consumo de querosene de aviação; metano emitido por aterros ou lixões; emissões por dejetos em pastagens de gado de corte. Em termos absolutos, a maior redução foi no metano pela fermentação entérica do gado de corte e o maior aumento ocorreu em metano emitido por aterros sanitários.

---

<sup>1</sup>A unidade básica das emissões é em equivalentes de dióxido de carbono, que pondera os gases de efeito estufa cujas emissões antrópicas e remoções são considerados em inventários: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os gases fluorados como os hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). A equivalência segue critérios conforme os Relatórios de Avaliação do IPCC. (Segundo ou SAR, Quarto ou AR<sub>4</sub> e Quinto ou AR<sub>5</sub>). O SEEG utiliza, em linha com a 4a. Comunicação Nacional do Brasil, os valores do AR<sub>5</sub>, mas também disponibiliza números sob outras métricas. A título de ilustração, se for considerado apenas o gás carbônico (dióxido de carbono ou CO<sub>2</sub>), entre 2005 e 2020 São Paulo aumentou suas emissões de em 23%.

As planilhas elaboradas para este relatório estão disponíveis em <https://bit.ly/3seGP9V>

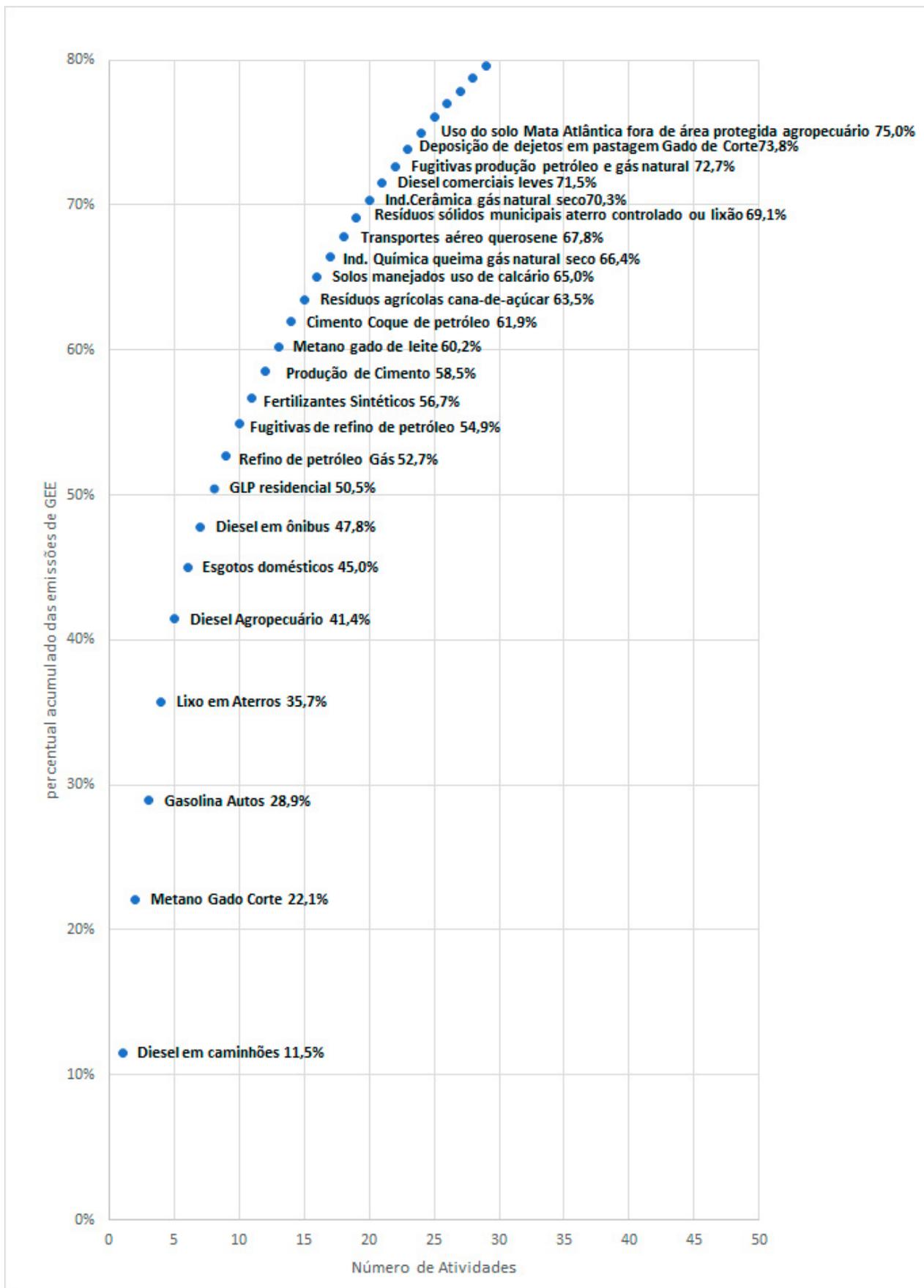
Resumo comparativo das emissões setoriais de 2005 e 2020, anos base e de referência da PEMC (SIMA/AMC,2022)

SETOR	Emissões ou Remoções (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação	Participação	
	2005	2020	Dif.	2020/2005	2005	2020
Agropecuária (AGR)	38,7	35,2	-3,6	-9,2%	27,1%	24,8%
Energia (ENE)	60,8	75,5	14,8	24,3%	42,5%	53,3%
Mudança no Uso da Terra, Florestas (MUTF) Líquidas, das quais	8,5	2,3	-6,2	-73,0%	5,9%	1,6%
emissões	13,5	9,2	-4,3	-32,1%	9,5%	6,5%
remoções	-5,1	-6,9	-1,8	35,7%	-3,6%	-4,9%
Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP)	14,6	4,4	-10,1	-69,7%	10,2%	3,1%
Resíduos (RES)	15,2	17,4	2,2	14,3%	10,7%	12,3%
<b>Total das emissões brutas (sem remoções)</b>	<b>142,9</b>	<b>141,7</b>	<b>-1,1</b>	<b>-0,8%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total das emissões líquidas (com remoções)</b>	<b>137,8</b>	<b>134,8</b>	<b>-2,9</b>	<b>-2,1%</b>	<b>96,4%</b>	<b>95,1%</b>

*Emissões no ano de 2020, comparadas com as do ano 2005 (base da PEMC), até o terceiro quartil (75% acumulados) por subsetores e setores (ENERgia, AGROpecuária, RESíduos; Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP), Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUTF). (SIMA/AMC, 2022)*

n	Setor	Subsetor	Emissões (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação 2020 / 2005	Participação em 2020	
			2005	2020	dif.		relativa	acumulada
1	ENE	Diesel em caminhões	13,9	16,4	2,4	17%	11,5%	11,5%
2	AGR	Gado de corte fermentação entérica	19,3	15,0	- 4,3	-22%	10,6%	22,1%
3	ENE	Gasolina em automóveis	9,6	9,7	0,1	1%	6,8%	28,9%
4	RES	Metano em aterros sanitários	5,3	9,6	4,4	83%	6,8%	35,7%
5	ENE	Diesel de uso agropecuário	5,1	8,1	3,1	60%	5,7%	41,4%
6	RES	Metano efluentes líquidos domésticos	4,5	5,1	0,7	15%	3,6%	45,0%
7	ENE	Diesel nos ônibus	4,3	3,9	- 0,4	-9%	2,8%	47,8%
8	ENE	GLP, gás de botijão residencial	3,7	3,8	0,1	3%	2,7%	50,5%
9	ENE	Gás de refinaria	3,8	3,1	- 0,7	-17%	2,2%	52,7%
10	ENE	Fugitivas no refino de petróleo	3,0	3,1	0,1	4%	2,2%	54,9%
11	AGR	Fertilizantes sintéticos, aplicação	1,6	2,6	1,0	59%	1,8%	56,7%
12	PIUP	Cimento, processos industriais	2,2	2,5	0,4	17%	1,8%	58,5%
13	AGR	Gado de leite, fermentação entérica	4,1	2,5	- 1,6	-39%	1,8%	60,2%
14	ENE	Coque de petróleo, indústria cimento	-	2,4	2,4		1,7%	61,9%
15	AGR	Resíduos da cana, metano	0,6	2,2	1,6	288%	1,5%	63,5%
16	AGR	Uso de calcário agrícola	1,6	2,2	0,6	35%	1,5%	65,0%
17	ENE	Gás natural, indústria química	-	2,0	2,0		1,4%	66,4%
18	ENE	Querosene de aviação	2,7	2,0	- 0,7	-27%	1,4%	67,8%
19	RES	Aterro controlado ou lixão, metano	4,7	1,9	- 2,8	-59%	1,4%	69,1%
20	ENE	Gás natural na indústria cerâmica	-	1,7	1,7		1,2%	70,3%
21	ENE	Diesel em veículos comerciais leves	1,1	1,7	0,6	52%	1,2%	71,5%
22	ENE	Fugitivas, exploração de óleo e gás	0,0	1,7	1,6	3663%	1,2%	72,7%
23	AGR	Dejetos em pastagens, gado de corte	2,1	1,6	- 0,4	-21%	1,2%	73,8%
24	MUTF	Uso da terra, Mata Atlântica fora de área protegida, mudanças entre usos agropecuários	1,3	1,6	0,3	20%	1,1%	75,0%

*Emissões acumuladas das 24 atividades que representam 75% do total inventariado pelo SEEG (2021) para os gases de efeito estufa do Estado de São Paulo no ano de 2020 (SIMA/AMC,2022)*



Situando o desempenho das emissões, o relatório também faz referência a fatores de governança (Comitê Gestor da PEMC, Conselho, Planos e Programas, outras iniciativas), conjunturais (economia, estímulo a determinadas atividades), estruturais (transformações no transporte, por exemplo). Resumidamente, considerando-se as principais atividades em termos de emissões, não havia jurisdição suficiente para São Paulo atingir a meta com suas próprias competências. A lei da PEMC foi aprovada em novembro de 2009 na expectativa de que tanto os países partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a *UNFCCC* na sigla em inglês, quanto o Governo Federal alinhassem suas políticas em torno dos mesmos objetivos, com amplo alcance em toda a economia. Infelizmente, a décima quinta Conferência das Partes (CoP15), realizada em Copenhague, em dezembro do mesmo ano, fracassou e as políticas nacionais de clima focaram quase exclusivamente no desmatamento da Amazônia. As políticas federais, na segunda década deste século, passaram do estímulo aos biocombustíveis ao subsídio às fontes fósseis, bem como a diversas formas de perdas e desperdícios associados à utilização ineficiente de sistemas de transportes, aparelhos e motores elétricos, edifícios e processos produtivos em geral. Em todo o país, as estruturas de governança das leis climáticas pouco avançaram. Em São Paulo houve um maior impulso nos três primeiros anos da vigência da lei, sendo, porém, substituído por uma série de iniciativas fragmentadas e sem foco na redução de emissões, a mitigação.

Os 11 anos de vigência da lei climática paulista oferecem importantes lições para políticas na área de clima em todo o mundo, dentre as quais podem-se incluir o processo de estabelecimento de metas, a volatilidade conjuntural e de governança, expectativas de receber recursos, impasses em negociações, visões de curto prazo, ênfase no voluntarismo, fragmentação de ações e falta de métricas. A PEMC, que testemunhou o fracasso de Copenhague e a esperança do Acordo de Paris, hoje se depara com os desafios de implementação, em tempos de emergência climática e de *fake news*. Após 2020, governos e empresas ao redor do mundo vêm estabelecendo metas mais restritivas, com a neutralidade de emissões até 2050. O Estado de São Paulo foi um dos primeiros a fazer isso por norma legal e pretende, em breve, lançar seu Plano de Ação Climática. Visando contribuir com esse processo, este relatório apresenta as lições de implementação aprendidas nos dez anos da PEMC. Estas podem ser aproveitadas para melhorar a governança subnacional, dentro e além das fronteiras paulistas.



The background features a light teal gradient. Overlaid on this are several faint, stylized data visualization elements. In the upper half, there are several thin teal lines with circular markers at various points, some of which are interconnected. In the lower half, there is a dense field of vertical teal bars of varying heights, resembling a bar chart or a data visualization. The overall aesthetic is clean, modern, and data-oriented.

# Relatório

## 1. Apresentação

Em São Paulo a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC - foi instituída pela Lei 13.798/09 (São Paulo, 2009) e regulamentada pelo Decreto 55.947/10 (São Paulo, 2010). Um de seus dispositivos considerados mais importantes foi a meta de redução de emissões, definida pelo artigo 32 da referida Lei:

*Artigo 32 - O Poder Executivo, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente, deverá finalizar e comunicar, até dezembro de 2010, o inventário das emissões por atividades antrópicas dos gases de efeito estufa que definirão as bases para o estabelecimento de metas pelo Estado.*

*§ 1º - O Estado terá a meta de redução global de 20% (vinte por cento) das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), relativas a 2005, em 2020.*

*§ 2º - Ao Poder Executivo será facultado, a cada 5 (cinco) anos, fixar metas indicativas intermediárias, globais ou setoriais, antes de 2020.*

O presente relatório é um balanço deste período. Com foco na análise da meta, relata também detalhes setoriais e aspectos da implementação da PEMC entre 2010 e 2021. São aqui apresentadas as estimativas de emissão apuradas até 2020, juntamente com aspectos de governança ao longo do período de vigência da lei. O posterior Decreto nº 65.881/21 (São Paulo, 2021a) dispõe sobre a adesão do Estado à campanha "**Race to Zero**" das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2021), visando à redução de emissões de gases de efeito estufa em linha com os objetivos do Acordo de Paris e com a melhor evidência científica atual. O decreto prevê, sob a coordenação da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, dentre outras ações, a aprovação até 21 de julho de 2022 do Plano de Ação Climática 2050, contemplando metas intermediárias de redução de emissões de gases de efeito estufa definidos pelo Protocolo de Quioto para os anos de 2030 e 2040 e a neutralização de emissões líquidas até 2050.

## 2. Governança

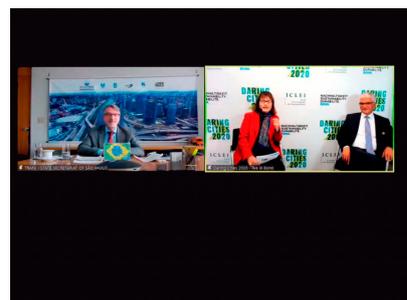
A redação de uma minuta de Política Estadual de Mudanças Climáticas - posteriormente apelidada pelo seu acrônimo PEMC - iniciou em 2007, com base no decreto que instituiu o Fórum Paulista de Mudanças Climáticas e Biodiversidade (São Paulo, 2005a). A minuta do projeto de lei que se tornaria a PEMC era bastante abrangente e programática, deixando para as redações finais a definição de métricas e prazos. A discussão passava por três linhas de pensamento: (i) não definir nenhuma meta, uma vez que o Brasil não havia estabelecido a sua; (ii) estipular uma meta baseada em métricas de outros países e; (iii) postergar o estabelecimento de uma meta, após análises. Na metade de 2009, o momento político foi propício para a determinação e aprovação da meta de 20% em 2020 para a PEMC, com base na legislação da Comunidade Européia e Califórnia. Apesar do alinhamento com as evidências científicas, não houve consenso no estabelecimento da meta da PEMC. Por um lado, enalteceu-se o protagonismo paulista em todo o mundo em desenvolvimento. Por outro, a visão conservadora acabou por minar a governança integrada da Política. O fiel da balança seria o Governo Federal, que apesar do sucesso, até então, no controle do desmatamento, evitou adotar medidas de baixo carbono para outros setores da economia. Estimulando o consumo de combustíveis fósseis e o uso ineficiente de aparelhos e equipamentos, acabou comprometendo a eficácia da lei paulista. Também alguns setores econômicos, temendo uma desindustrialização no Estado, não apoiaram as políticas climáticas. Pode-se citar alguns eventos que influenciaram fortemente o comportamento das emissões de São Paulo: o populismo energético baseado no pré-sal, a crise econômica mundial (2014), a crise política nacional e finalmente a pandemia de Covid-19. Ao longo dos últimos dez anos, os custos decrescentes da fonte solar de energia e dos veículos elétricos sinalizam promissoras possibilidades para retomar de forma estruturada uma economia de baixo carbono.

A PEMC foi aprovada pela Assembleia Legislativa em 9 de novembro de 2009, poucas semanas antes da COP 15 de Copenhague. Na ocasião, esperava-se um acordo global sob a égide da ONU para a redução de emissões de gases de efeito estufa, definindo o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto. A aprovação da PEMC também antecedeu a da Política Nacional de Mudanças Climáticas (LF no. 12.187 de 29 de dezembro de 2009), com suas metas para todo o país. Sete meses depois, o decreto estadual n. 55.947 de 24 de junho de 2010 regulamentou a PEMC. Ainda em vigor, o regulamento criou uma estrutura representativa, composta de: (i) Comitê Gestor (braço governamental da PEMC, composto pelas principais Secretarias); e (ii) Conselho (tripartite, com governo do Estado, municípios e sociedade civil). O Comitê Gestor da PEMC é presidido pelo Governador e coordenado pela Casa Civil. Pelo Decreto 55.947/2010, ele é composto por 12 Secretarias (Casa Civil, Meio Ambiente, Transportes Metropolitanos, Transportes, Gestão Pública, Fazenda, Economia e Planejamento, Desenvolvimento, Agricultura e Abastecimento, Saneamento e Energia, Habitação, Saúde) e representa a esfera de decisão da PEMC. Sua atribuição é a de acompanhar os resultados da política e coordenar as ações para sua implementação. Na prática, o Comitê pouco operou, tendo ocorrido sua última reunião no Palácio do Governo em 28.04.2014, presidida pela Casa Civil. Nos três primeiros anos da Política foram produzidos diversos documentos de planejamento, entre eles: Plano de Adaptação (SMA, 2010); Planos de Energia 2035 (SSE, 2011) e 2020 (SSE, 2013) e dois Planos de

Transportes (SLT e SMA, 2010 e SLT, 2013). Esses planos e outros instrumentos podem ser acessados na página da PEMC mantida pela Assessoria de Mudanças Climáticas da SIMA (2021a). Criado no dia da votação do PL da PEMC na ALESP, como condição estabelecida pela bancada da oposição, o Conselho Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC, seção VII, art 29º) teria como finalidade acompanhar a implantação e fiscalizar a execução da Lei. De composição tripartite (estado, municípios e sociedade civil), o Conselho foi proposto com caráter deliberativo, mas a relatoria parlamentar acabou por torná-lo consultivo. Ao contrário do Comitê Gestor, criado pelo decreto regulamentador, o Conselho foi criado pela lei, e conforme posteriormente regulamentado pelo Decreto (São Paulo, 2010), veio em substituição ao Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade (São Paulo, 2005a). O Conselho reuniu-se duas vezes somente. Na primeira, tomaram posse os conselheiros (em evento no dia 15.10.2010 presidido pelo Governador em exercício). A última reunião ocorreu dois meses depois (em 15.12.2010, presidida pelo Secretário Adjunto de Meio Ambiente), quando se apresentou a primeira versão do Plano Transportes (SLT e SMA, 2010). Desde então, o Conselho não se reuniu, nem teve composição alterada e as medidas ficaram adstritas a iniciativas de cada Secretaria de Estado. Registre-se também que num esforço de integração com as políticas nacionais a SIMA sediou a Coordenação Executiva e Adjunta do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC, 2021) entre maio de 2019 e outubro de 2021. Ao longo desses anos São Paulo alavancou consideravelmente sua cooperação internacional na área de Clima. Em 2002 São Paulo foi co-fundador da Rede de Governos Regionais para o Desenvolvimento Sustentável (*Network of Regional Governments for Sustainable Development - NRG4SD*), atual *Regions 4* (2021), uma rede global que também abrange temas relacionados à biodiversidade e ao desenvolvimento sustentável, oficialmente reconhecida pela Organização das Nações Unidas e com assento nas principais conferências ambientais mundiais. Através dessa rede os governos subnacionais obtiveram reconhecimento nos documentos da Convenção do Clima, desde 2004. São Paulo organizou assembleias gerais da rede nos anos de 2008 e 2013. Através da *Regions 4*, São Paulo atua na campanha *Race to Resilience* da ONU desde 2021. São Paulo associou-se em 2005 à rede Governos Locais pela Sustentabilidade - *ICLEI* (2021), participando de diversos eventos relacionados com as agendas climática e de biodiversidade, com foco principalmente nas cidades. Junto com o ICLEI, São Paulo foi, em 2018, porta-voz dos governos subnacionais na CoP24, na Polônia, e participa da Aliança pela Ação Climática (ACA Brasil, 2021). Em 2012 São Paulo sediou a Cúpula dos Líderes Regionais (*Regional Leaders Summit - RLS*) que criou duas subredes globais com diversos projetos: a RLS-Energy e a RLS-Sciences (RLS, sd), das quais participa a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2019) trabalhando ao longo de quatro linhas: energia, digitalização, aeroespacial e pequenos satélites. Também merece destaque a participação de São Paulo na rede *The Climate Group* (TCG, 2021), fundada em 2003, e que remonta à CoP11 de Montreal em 2011. A rede tornou-se em 2017 o Secretariado da Coalizão *Under 2*, pela qual governos subnacionais se comprometem aos objetivos do Acordo de Paris relacionados ao aumento médio global da temperatura. São Paulo faz parte do Comitê Diretivo do *The Climate Group* e é signatário da *Under 2* desde 2017. A rede reconhece a PEMC como um dos principais marcos legais na área de Clima para o Sul Global. Através do *The Climate Group*, São Paulo participa do *Carbon Disclosure Project* (CDP, 2020), plataforma de prestação de informações voluntárias de emissões, ações e outros dados por governos e empresas.

Em julho de 2021 São Paulo aderiu, por meio do decreto 65.881, às campanhas da ONU “Race to Zero” e “Race to Resilience”, que objetivam o engajamento de governos, empresas, investidores, acadêmicos e lideranças da sociedade civil para zerar as emissões líquidas de gases de efeito estufa até 2050. O estado de São Paulo foi o primeiro estado brasileiro a assumir o compromisso por meio de legislação (São Paulo, 2021c). No mês seguinte, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente abriu uma consulta pública sobre as Diretrizes para o Plano de Ação Climática estadual, também chamado de PAC2050 (SIMA, 2021c). O documento (SIMA, 2021a) foi apresentado na CoP26 (26ª Conferência das Partes da Convenção Quadro da ONU para Mudanças Climáticas), realizada na cidade de Glasgow, em novembro de 2021. As contribuições para tal consulta podem ser encontradas na página da PEMC mantida pela Assessoria de Mudanças Climáticas da SIMA (2021d). Baseando-se nos resultados da consulta pública (SIMA, 2021d), a versão final do PAC2050 está prevista para julho de 2022, juntamente com uma revisão do decreto de regulamentação da PEMC. Neste ano, há também compromissos para a edição de um novo Plano de Energia e de um Plano de Adaptação para o Estado. Para esta missão, diversos grupos de trabalho foram criados. Atualmente as políticas energéticas do Estado de São Paulo estão a cargo do GTGE - Grupo de Trabalho de Gestão Energética (SIMA, 2021m) - e a integração de políticas globais, incluindo as de mudanças climáticas, por conta do CIPOG - Comitê de Integração de Políticas Globais de Desenvolvimento Sustentável (SIMA, 2019b). Alguns produtos realizados sob esse guarda-chuva institucional foram os relatórios de Recomendações (SIMA, 2019a), Trajetórias de Descarbonização (TCG, 2021) e Guia de Adaptação para o Programa Paulista de Municípios Resilientes (GIZ e SIMA, 2021).

*Projeção internacional de Sao Paulo: (i) Cupula de Lideres Regionais em São Paulo, 2012 (acima à esquerda); (ii) Assembléia Geral da NRG4SD em São Paulo, 2013 (acima à direita); (iii) Representação dos governos subnacionais mundiais na UNFCCC CoP24 em Katowice, Polônia, 2018 (centro); (iv) Assembléia Geral da Under 2 em San Francisco, EUA, 2019 (abaixo, esquerda); (v) Evento da Under 2 na CoP25 de Madri, 2019 (abaixo, centro); (vi) Fórum Global Daring Cities, 2020 (abaixo, direita). Fontes (SMA, 2012; SMA, 2013b; SMA, 2018; SIMA, 2020f; TCG, 2019; SIMA, 2019d)*



Documento de Diretrizes para o Plano de Ação Climática NET Zero 2050 (acima à esquerda); Resultados da Consulta Pública das Diretrizes do PAC2050 (acima ao centro); Recomendações (acima à direita), Trajetórias de Descarbonização (abaixo, à esquerda) e Guia de Adaptação e Resiliência para Municípios e Regiões (abaixo à direita). Fontes SIMA, 2021a; SIMA, 2021c; SIMA, 2019a; TCG, 2021; GIZ e SIMA, 2021.



SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE  
Assessoria de Mudanças Climáticas  
Rua Professor Frederico Hermann Júnior, nº 345, Prédio 1, 1º andar - Alto de Pinheiros - São Paulo/SP Tel (11) 3133-4120

Resultados da Consulta Pública sobre as Diretrizes do PAC 2050 compilados pela Assessoria de Mudanças Climáticas (GAB/SIMA/SIMA)

Comentários e dúvidas, seguidos de RESPOSTAS consolidadas da Coordenação
1) Excelente. Texto claro e objetivo. Agora falta discutir com todos os setores interessados, indústria, comércio, serviços, academia, entidades do 3º setor, sociedade em geral, para pensar nas metas, investimentos, indicadores e monitoramento.
<b>RESPOSTA:</b> Anotado.
2) MINUTA RAZOÁVEL.
<b>RESPOSTA:</b> Anotado.
3) Sugestões para o Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo, que são comentários gerais e específicos: - Executar as políticas públicas que possam compatibilizar as pressões habitacionais pela falta de moradia para não reduzir e preservar os fragmentos de vegetação nativa. - É preciso dar incentivos fiscais para quem gera e fornece as fontes energéticas renováveis, como as fontes solar e eólica. - Além disso, é importante dar incentivos fiscais e garantir a geração de emprego e renda para quem atua com os resíduos sólidos recicláveis, como papel, plástico, metal e vidro. Esses setores estão ligados às finanças verdes e à inovação, e a economia de baixo carbono. - Para o setor de agricultura, florestas e outros usos da terra tem potencial de utilizar os sistemas agroflorestais (que agora tem o protocolo de monitoramento pela Portaria CFM 7/2021), os pagamentos por serviços ambientais (PSA) e o manejo florestal sustentável (que está contemplado na Resolução SMA 180/2018 e temo o exemplo da palmeira jucara no Vale do Ribeira). Essas medidas contribuem para incrementar as áreas com vegetação nativa e reduzem as pressões sobre a biodiversidade. - Para as finanças verdes e inovação, resalta-se impulsionar as startups que atuam sinergicamente com as diretrizes do Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo, como as energias renováveis, por exemplo, e que tragam benefícios socioambientais para o Estado de São Paulo. - Promover a sinergia entre os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), prefeituras, ONGs,



### 3. Ações Transversais

Apesar do objetivo principal deste relatório ser tratar de emissões de gases de efeito estufa, merecem atenção as ações transversais, em grande parte voltadas à adaptação climática e resiliência. Desastres, impactos e vulnerabilidades são temas há muito abordados pelas instituições do Governo do Estado de São Paulo, como a Defesa Civil, os Institutos Geológico, Florestal e de Botânica, hoje reunidos no Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), pelo Instituto Biológico, pela área de Acidentes Tecnológicos da CETESB e por diversas outras entidades da academia e pesquisa, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Não havia, contudo, uma harmonização com as ações de Mudanças Climáticas e a PEMC oferecia essa possibilidade. Nessa linha merece menção o Plano Setorial da Saúde (SES, 2015) para o Estado de São Paulo, que buscou estabelecer estratégia estadual para direcionar medidas de adaptação dos processos e serviços do SUS-SP e também para contribuir com medidas de mitigação frente aos impactos da mudança do clima, sob quatro áreas de atuação: Vigilância em Saúde; Atenção à Saúde; Promoção e Educação em Saúde e Pesquisa em Saúde.

Na temática dos Resíduos Sólidos, em atendimento à política nacional (Brasil, 2010), regulamentada recentemente (Brasil, 2022), bem como à estadual (São Paulo, 2006), foi elaborada uma revisão do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (SIMA, 2020d), com horizonte de atuação de vinte anos, tendo como referência inicial o ano de 2015. Foram atualizados os dados sobre o tema e realizado um planejamento, considerando as transformações sociais, econômicas, tecnológicas, políticas e culturais decorridas desde a sua primeira versão, de 2014. Nesta versão, foram acrescentadas considerações referentes ao Lixo no Mar (São Paulo, 2021b); Economia Circular; Sistema de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos (SIGOR) e associação das diretrizes, metas e ações do Plano aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Associado diretamente ao ODS 13 e transversalmente aos demais, o tema dos resíduos sólidos nivela-se com as grandes políticas ambientais do Estado de São Paulo, com grandes perspectivas dentro da ótica da proteção da biodiversidade, do saneamento básico, da qualidade dos corpos d'água, da proteção de áreas de valor ambiental, de suporte à pesquisa ambiental, de combate à poluição e de fomento a ações inseridas em economias inteligentes e circulares.

Uma das lições aprendidas nestes dez anos da PEMC é a de que não há como tratar do tema Adaptação dentro de um único guarda-chuva. A tentativa de redigir e aprovar um Plano Participativo de Adaptação aos Efeitos das Mudanças Climáticas (SMA, 2010) não foi bem sucedida e o documento, na prática, foi substituído por diversos estudos de vulnerabilidade e respostas a desastres naturais, ações emergenciais e mapeamentos de áreas de risco - a exemplo do Plano de Desastres Naturais (PDN), do Programa Paulista de Municípios Resilientes e do material contemplado no Relatório de Qualidade Ambiental, conhecido por RQA (SIMA, 2021). Muitos dos instrumentos da PEMC foram executados parcialmente sem seguir a definição estrita da lei. Este foi o caso da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE): em 2014 houve uma tentativa de centralizar as atividades entre as Secretarias de Meio Ambiente, de Planejamento e de Desenvolvimento Econômico. Medidas de Adaptação Climática, em particular, envolvem diversas esferas e órgãos da Administração, sendo

quase impossível centralizá-las sob uma única coordenação. O RQA, de periodicidade anual (SIMA, 2021l) busca organizar essas informações. Considerável parte da AAE é contemplada pelo Zoneamento Ecológico Econômico, também chamado de ZEE (SIMA, 2021o), instrumento técnico e político de planejamento que estabelece diretrizes de ordenamento e de gestão do território, considerando as características ambientais e a dinâmica socioeconômica de diferentes regiões do estado. Em sua operacionalização, o ZEE delimita porções do território que apresentam vulnerabilidades e potencialidades naturais e socioeconômicas comuns, para as quais se estabelecem metas sociais, econômicas e ambientais. O ZEE também tem como intuito prover informações integradas e georreferenciadas do estado de São Paulo, possibilitando uma ampla disponibilização de dados para subsidiar as discussões públicas em torno das metas de regulação e de apropriação do território. As diretrizes estratégicas para a elaboração do ZEE são a resiliência às mudanças climáticas, a segurança hídrica, a salvaguarda da biodiversidade, a economia competitiva e sustentável e a redução de desigualdades regionais. Por meio da Casa Civil, Secretaria de Desenvolvimento Regional, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, em parceria com a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ), o Governo paulista está implementando, juntamente com o poder público de 13 municípios e uma região metropolitana, os Planos Municipais e Regional de Adaptação e Resiliência à Mudança do Clima. Os municípios de Americana, Apiaí, Embu das Artes, Francisco Morato, Gabriel Monteiro, Guaratinguetá, Guarulhos, Jales, Iguape, São José do Rio Preto, Rosana, Registro e Ubatuba, foram escolhidos para participar, após a aplicação dos conceitos do Programa "Construindo Cidades Resilientes" da Organização das Nações Unidas (ONU) e do índice de capacidade de resiliência desenvolvido pela SIMA. Em parceria com interlocutores locais, o Projeto Municípios Paulistas Resilientes (PMPR) está levantando as necessidades, definindo estratégias e alinhando intervenções baseadas na ciência por meio de estratégias de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE), que utiliza os serviços ecossistêmicos para contribuir com a diminuição dos riscos relacionados à mudança do clima. A conclusão desse projeto piloto servirá de base para um curso de Ensino a Distância (EAD), que será disponibilizado para os 645 municípios do Estado.

Em dezembro de 2021, foi aberta a consulta pública (SIMA, 2021p) sobre a proposta de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP), coordenado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), com o apoio e a validação da Comissão Estadual do ZEE-SP (São Paulo, 2019), constituída por representantes de 12 Secretarias de Estado. Seis notas técnicas foram disponibilizadas para contribuição, uma delas abordando a resiliência às mudanças climáticas e outra com projeções climáticas (SIMA, 2021g). Projetos de reflorestamento deveriam ser implantados preferencialmente em áreas marginais a cursos d'água (áreas ciliares) e em outras consideradas prioritárias para conectividade biológica (SMA, 2007). Como consequência do Programa de Recuperação de Áreas Ciliares do Estado (São Paulo, 2005b), por meio de resolução (SMA, 2009) se estabeleceu a orientação para projetos voluntários de reflorestamento para compensação de emissões de gases de efeito estufa, seguindo a base metodológica para o monitoramento de estoques de carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que perdurou até o final do previsto no Protocolo de Quioto (SIMA, 2021n). Após a crise hídrica ocorrida na região metropolitana de SP, o Programa foi rebatizado como Mata Ciliar (São Paulo, 2014), tendo como foco a restauração ecológica em áreas prioritárias visando a proteção

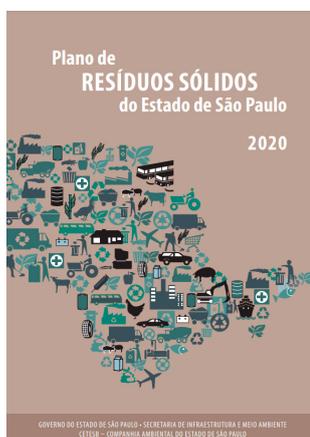
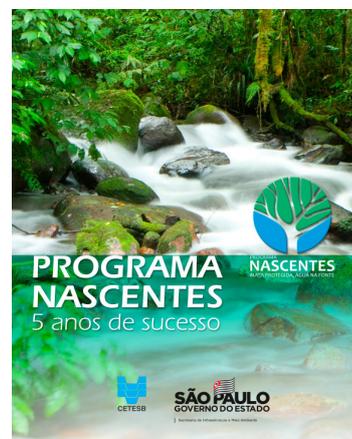
e conservação de recursos hídricos e da biodiversidade. No ano seguinte o programa foi reorganizado e rebatizado como Nascentes (São Paulo, 2015b). Até o final de 2021 foram restaurados mais de 24.000 hectares de vegetação nativa, propiciando a recuperação das áreas degradadas, principalmente nas nascentes e margens de mananciais abastecedores (CETESB, 2020b). De maneira sinérgica aos mercados de carbono, podem-se citar também o PSA - Pagamento por Serviços Ambientais, que através do Projeto Conexão Mata Atlântica (SIMA, 2021j) investiu recursos em plantio de palmeiras, recuperação de pastagens, conservação da água e solo e restauração de vegetação nativa em propriedades rurais visando o aumento de estoque de carbono e a melhoria dos serviços ecossistêmicos. Créditos de compensação de Reserva Legal - como os da recente ampliação do Parque Carlos Botelho (SIMA, 2022), oferecem a possibilidade de recuperação ordenada de passivos ambientais. Em 2021, iniciaram-se estudos para estabelecer um mercado de carbono exclusivamente paulista, enquanto tramita na Câmara dos Deputados (2022), em regime de urgência, projeto de lei que institui e regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), visando regular a compra e venda de créditos de carbono no País.

*Medidas transversais: Plano Setorial de Saúde para PEMC (acima à esquerda); Consulta Pública para o Plano Participativo de Adaptação (acima, centro); Relatório do Programa Nascentes / Mata Ciliar (acima à direita); Plano de Resíduos Sólidos Estadual (abaixo à esquerda); Plano Estratégico de Avaliação e Monitoramento do Lixo no Mar do Estado de São Paulo (abaixo à direita). Fontes SS, 2015; SMA, 2010; SIMA, 2021g; SIMA, 2020e; SIMA, 2020d e SIMA, 2021b.*



1	POLÍTICA ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	
2	(PEMC - Lei n. 13.766 de 9 de novembro de 2009)	
3	Plano Participativo de Adaptação às Mudanças Climáticas	
4	Versão Zero para Consulta Pública <sup>1</sup>	
5		
6	ÍNDICE	
7	A. INTRODUÇÃO.....	17
8	B. VULNERABILIDADES.....	17
9	1. Modelagem dos impactos e avaliação dos riscos.....	18
10	2. As mudanças climáticas globais e o estado de São Paulo.....	27
11	3. Vulnerabilidade.....	31
12	4. Clima.....	27
13	5. Eventos climáticos extremos.....	31
14	6. Ecossistemas.....	32
15	Ecossistemas terrestres.....	32
16	Florestas e outros ecossistemas terrestres.....	33
17	7. Saúde humana.....	36
18	8. Impactos no setor.....	38
19	Aumento no nível do oceano.....	39
20	Processos erosivos no litoral.....	41
21	Inundação e deslizamentos.....	42
22	9. Sistemas Socio-econômicos.....	44
23	Agricultura.....	44
24	Infraestrutura e assentamentos.....	46
25	C. ADAPTAÇÃO.....	56
26	10. Apoio do governo do estado de São Paulo em Vulnerabilidades e Adaptação.....	58
27	11. Pesquisa científica e tecnológica.....	58
28	12. Recuperação de cobertura vegetal.....	59
29	13. Planejamento, monitoramento, avaliação estratégica.....	60
30	14. Gestão de Recursos Hídricos.....	61
31	15. Política Pública Estadual que Atue com Grande de Qualidade Humana.....	62
32	16. Sistema dos Projetos em Adaptação.....	63
33	D. CONCLUSÃO.....	73
34	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
35	36	
37	37	

<sup>1</sup> Versão Zero, compilada por Daniela Lacerda e Rafael de Paula Oliveira (2010), atualizada Wagner Silva Almeida (2015).



## 4. Mitigação de emissões

As primeiras medidas de implementação da PEMC foram a redação dos planos setoriais de Energia e de Transportes. Posteriormente, houve tentativas de introduzir os dispositivos da lei no licenciamento ambiental, junto à CETESB. A segunda metade da década de 2010 testemunhou a prevalência de acordos voluntários, com métricas ainda não harmonizadas.

Diversos estudos realizados são citados neste relatório. Previsto na PEMC, uma primeira versão de um Plano de Transportes Sustentáveis foi apresentada ao Comitê Gestor da PEMC em 2010 (SLT e SMA, 2010) e sua revisão foi produzida dois anos mais tarde pela Secretaria de Logística e Transportes (SLT, 2013). Ambas as versões somente se encontram disponíveis no repositório da SIMA-AMC. O Plano de Transportes prescreve uma série de medidas para o transporte urbano. Prevê prioridade para o transporte coletivo, para a rede metroferroviária, corredores de ônibus, ciclovias e aquavias urbanas. Recomenda-se o bilhete único nas regiões metropolitanas, metas para a ampliação da oferta de transporte público, estímulo a meios de transporte menos poluidores, racionalização e melhora da fluidez do tráfego e redução do congestionamento. Analisa a geração de emprego e oferta de serviços públicos em áreas periféricas predominantemente residenciais, a priorização de modais de transporte mais eficientes e com menor emissão por passageiro ou unidade de carga, a indução ao uso de sistemas eletrificados de transporte coletivo, como metas para a ampliação da oferta de transporte público de cargas, o estímulo a meios de transporte menos poluidores para cargas, à criação de entrepostos de veículos de carga e outras opções de troca de modais. Prescreve a definição de padrões de desempenho ambiental de veículos, melhoria da qualidade dos combustíveis, pesquisas e desenvolvimento na área do transporte sustentável, controle e redução de emissões de veículos, renovação da frota, fiscalização e controle das emissões veiculares e cadastro ambiental de veículos, controle de emissões evaporativas em veículos e em postos de abastecimento, desestímulo a veículos obsoletos e combustíveis mais poluentes, estímulo ao uso de veículos individuais de menor porte mais eficientes e menos emissores, medidas de emergência e de restrição circulação de veículos face a episódios críticos, inibição das condutas de trânsito que agravam as condições ambientais, distribuição da ocupação de vias e rodovias como o escalonamento de horários, cobrança por atividades emissoras de gases de efeito estufa e pelo uso de vias terrestres.

Um estudo sobre trens regionais foi feito em 2010 pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos e Secretaria de Transportes Metropolitanos (CPTM e STM, 2013), com interessantes inserções de ferrovia nas regiões metropolitanas do Estado. O Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo – PCPV é continuamente atualizado (CETESB, 2021e) e tem foco na qualidade do ar referente a poluentes regulamentados: monóxido de carbono (CO); dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>); material particulado menor que 10 micrômetros (MP<sub>10</sub>); dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); ozônio (O<sub>3</sub>) e outros. O CO<sub>2</sub> não é regulamentado como poluente. Voltado à saúde pública, o PCPV recomenda reiteradamente a Inspeção Veicular Ambiental e cita ações em curso, como a avaliação da conformidade de produção, a fiscalização de fumaça dos veículos diesel, da solução de ureia para sistemas a diesel, orientações a motoristas e atividades do laboratório de emissões veiculares.

*Plano de Transportes (acima, esquerda) e sua Revisão (acima, centro); Diretrizes para ligações ferroviárias regionais (acima à direita); Estudo sobre Teletrabalho e Atividades Remotas (abaixo à esquerda) e Plano de Controle de Poluição Veicular 2020-2022 (abaixo à direita). Fontes SLT e SMA, 2010; SLT, 2013; CPTM e STM, 2010; SMA, 2013a; CETESB, 2021e*



ESTUDO DE ESTRATÉGIAS DE  
GESTÃO DE MOBILIDADE VIA  
TELETRABALHO E  
TELEATIVIDADES NO ESTADO DE  
SÃO PAULO

Resolução SMA Nº 24 de 10 de abril de 2013

Agosto de 2013

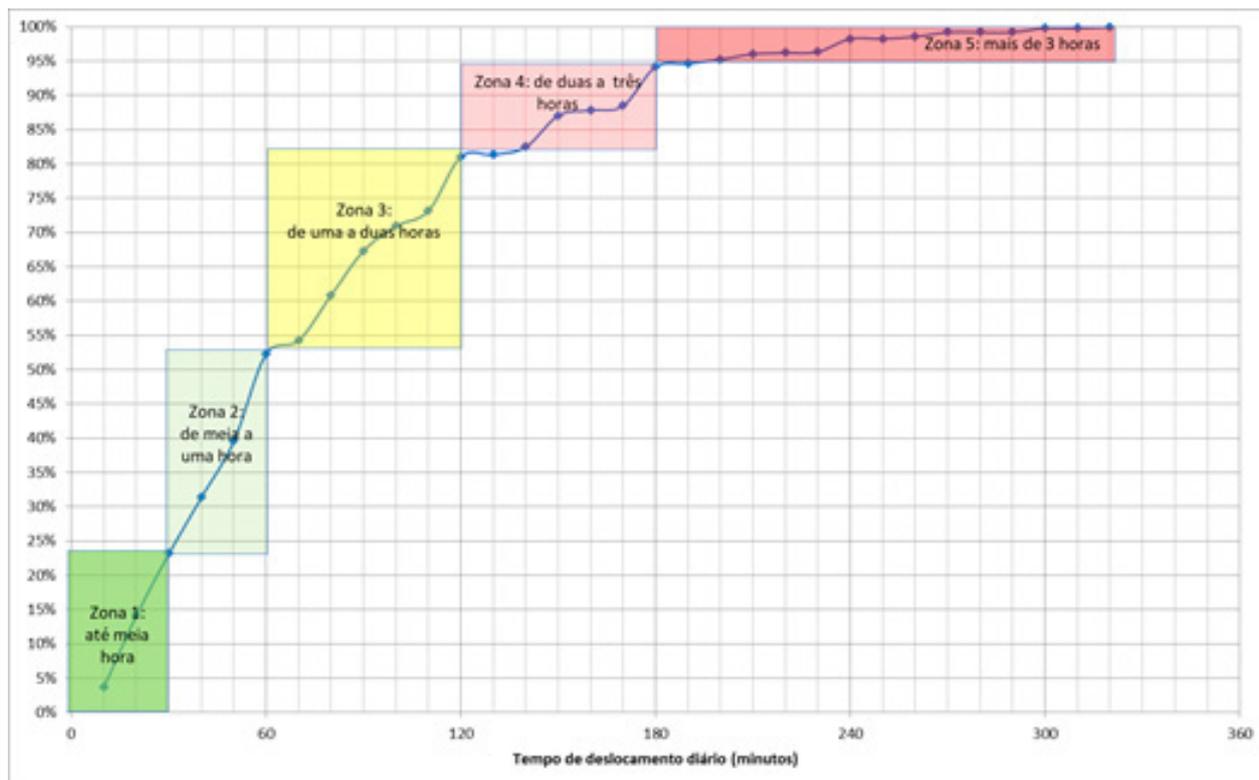


GOVERNO DO ESTADO  
SÃO PAULO



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES  
CETESB - CORPORAÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

*Estudo sobre Teletrabalho e Atividades Remotas (detalhe). Fonte SMA, 2013a*

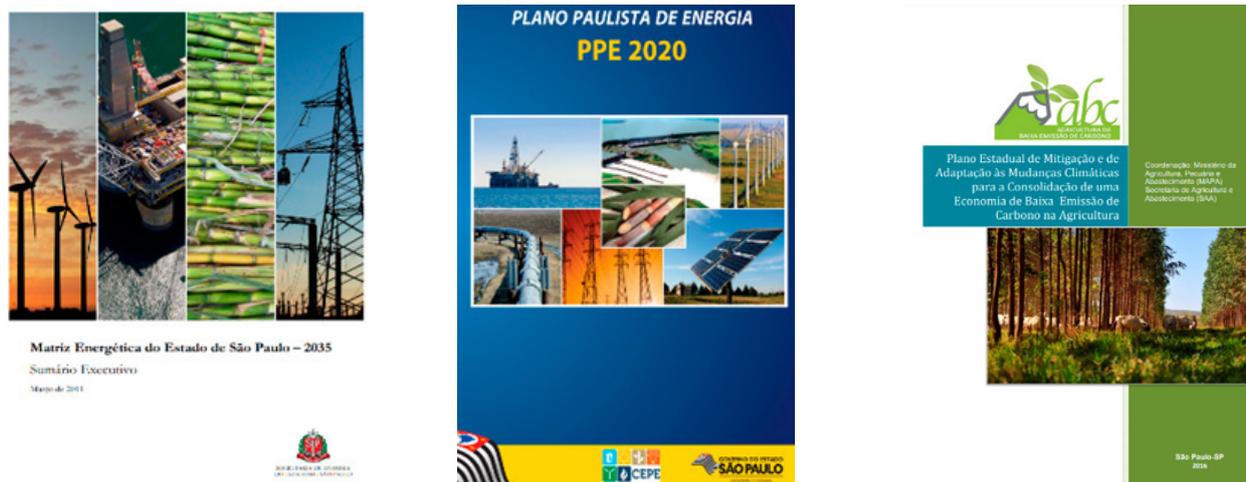


Na área de Energia, até 2020 as principais informações sobre emissão de CO<sub>2</sub> foram os Balanços Energéticos e os anuários estatísticos produzidos pela então Secretaria de Saneamento e Energia (SSE, 2015), os anuários estatísticos com emissões municipais (SSE, 2015) e o Plano Paulista de Energia, com as projeções para os anos 2020 (SSE, 2013) e da matriz paulista para 2035 (SSE, 2011). Para cumprir a meta da PEMC, em 2013 o Plano de Energia prescrevia induzir o aumento da eficiência dos veículos, reduzir o consumo relativo de óleo diesel e gasolina nos transportes de passageiros – coletivo e individual - nas áreas metropolitanas, evitar o desperdício de óleo diesel no transporte de cargas – regional e urbano, acompanhar e avaliar o cumprimento das metas de melhoria da qualidade do óleo diesel e da gasolina, criar mecanismos e instrumentos de indução para instaurar sistemas de gestão da eficiência nos usos de combustíveis na indústria, estimular o uso do etanol e outros energéticos de menor emissão de CO<sub>2</sub>, criar e manter um controle sistêmico de regulagem de motores dos veículos, em especial aqueles movidos a óleo diesel, induzir a capacitação de motoristas profissionais – de ônibus e caminhões - e de técnicos de segmentos industriais de grande consumo de combustível fóssil e estimular a pesquisa e o desenvolvimento para eficiência energética

No Setor Agropecuário a mais importante publicação foi o Plano de Agricultura de Baixo Carbono no Estado de São Paulo (MAPA e SAA, 2016). Conhecido como Plano ABC São Paulo, teve início a partir da publicação do decreto 61670/2015 (SP, 2015a) e resolução nº 15/2006 (SAA, 2016), dentro das seguintes linhas: Recuperação de Pastagens Degradadas; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); Sistema Plantio Direto (SPD) e Cultivo Reduzido; Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) e Florestas Plantadas, sejam de produção ou de preservação dentro do PRA – Programa

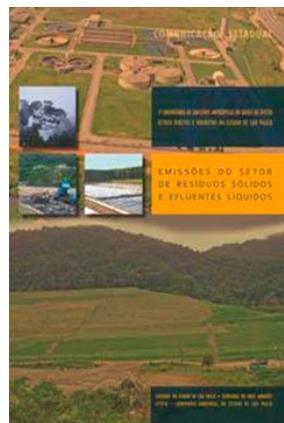
de Regularização Ambiental; Incentivo ao Tratamento de Dejetos Animais e Resíduos Agroindustriais para geração de biogás e de composto orgânico. As métricas de desempenho do Plano ABC eram basicamente acompanhadas com recursos para seminários e outras capacitações, publicações e unidades de demonstração.

*Matriz Energética 2035 (à esquerda); Plano Paulista de Energia 2020 (ao centro) e Plano ABC Paulista (à direita). Fontes: SSE, 2011; SSE, 2012; MAPA e SAA, 2016*



Com apoio da Embaixada Britânica no Brasil, a CETESB/PROCLIMA publicou em 2011 a Primeira Comunicação Estadual, que abrangeu o período de 1990 a 2008 (CETESB, 2011). Em seguida foram lançados inventários setoriais de referência para Agropecuária (CETESB, 2015c), Transportes (CETESB, 2014), Energia (CETESB, 2014c; CETESB, 2016), Processos Industriais e Uso de Produtos (CETESB, 2013), Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos (CETESB, 2013; CETESB, 2014), Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (FUNCATE e CETESB, 2012; FUNCATE, 2016).

Da esquerda para a direita: Primeira Comunicação Estadual e seus Relatórios de Referência para Agropecuária, Transportes, Energia Topdown e Bottom Up; Processos Industriais e Uso de Produtos; Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos 1994-2008 e 2009-2010; Mudança do Uso do Solo e Florestas 1994-2008, 2008-2011 e 2011-2015. Fontes: CETESB, 2011; CETESB, 2015c; CETESB, 2014a; CETESB, 2014c; CETESB, 2016; CETESB, 2013b; CETESB, 2013c, CETESB, 2014b; CETESB e FUNCATE, 2012; CETESB e FUNCATE, 2016; CETESB e FUNCATE, 2019.



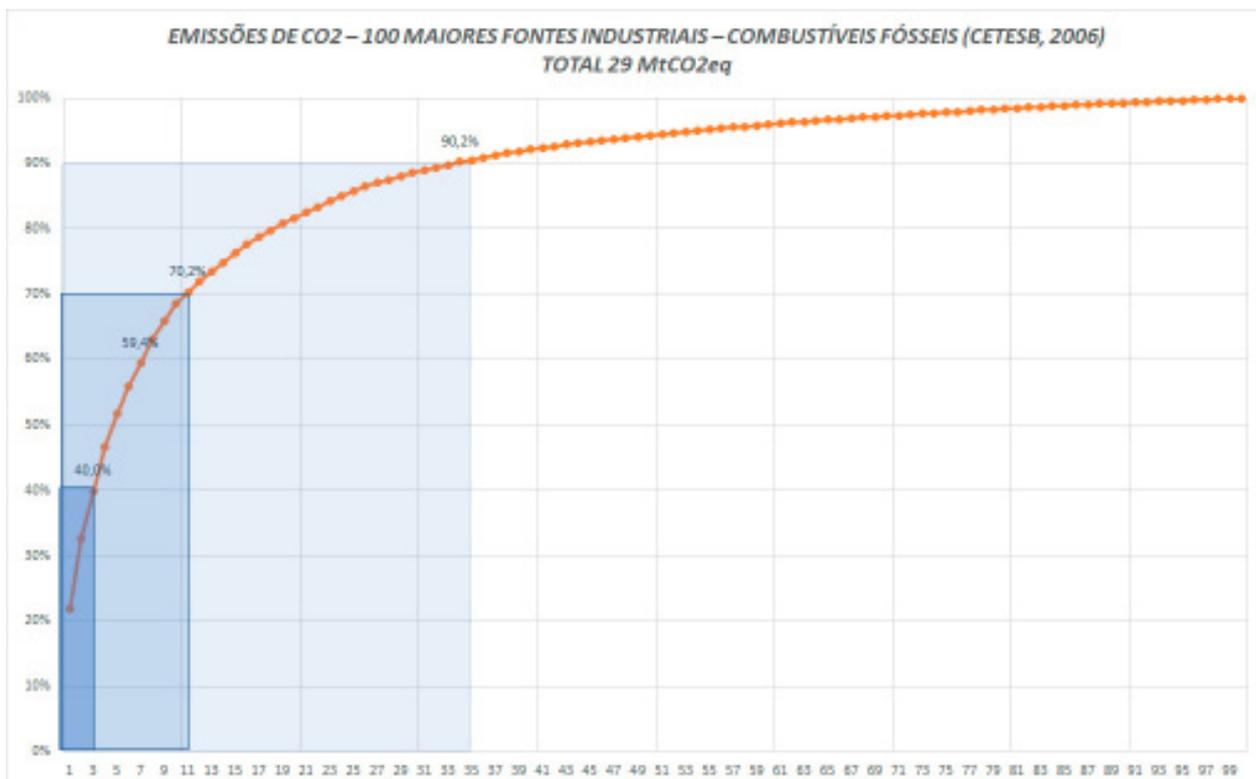
Em conformidade com o artigo 32, caput e parágrafo 2º da PEMC<sup>2</sup>, deveriam ser estabelecidas metas setoriais e intermediárias para o Estado. Dentro da Administração, houve diversas tentativas de se definirem tais metas, sem sucesso. Mesmo antes da aprovação da lei houve uma experiência com um inventário *bottom-up* discriminando os cem maiores emissores do estado. No âmbito do Programa Respira São Paulo, os resultados do relatório (CETESB, 2008) foram apresentados em reunião do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA) no dia 23 de abril de 2008 (SMA, 2008). A identificação preliminar das indústrias com maior potencial de emissão de CO<sub>2</sub> no Estado de São Paulo foi feita sobre a base de dados dos empreendimentos licenciados pela CETESB, provenientes da queima de combustível em fontes fixas e as emissões provenientes da matéria-prima de alguns setores industriais. Para a elaboração do inventário foram selecionadas 371 empresas do Estado com maior potencial de emissões. Dessas, 329 disponibilizaram informações para o inventário. Os quatro setores industriais considerados os maiores emissores foram o de aço e ferro gusa, minerais não metálicos, químico e petroquímico. Havia ainda uma importante ressalva: 43% do CO<sub>2</sub> emitido pela indústria era proveniente de combustível renovável - especialmente a biomassa da cana. Pretendia-se, na época, finalizar o inventário dos outros setores que emitem CO<sub>2</sub> como, por exemplo, o de energia, transporte e comércio, bem como trabalhar em metas de redução. A experiência levou a várias conclusões. A partir da planilha que a embasou - que discriminava as emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O - pode-se perceber que há uma enorme dificuldade em se obter dados confiáveis de emissão. As informações prestadas se referem a dados das licenças ambientais, que não estão adequadas a estabelecer uma base consistente de dados por uma série de motivos, dentre os quais: (i) as diversas licenças são emitidas em datas distintas; (ii) as licenças são expedidas por empreendimento e não necessariamente por cada processo, muitas das licenças são também fragmentadas, para pequenas partes de um processo maior; (iii) a licença ambiental se refere à capacidade dos equipamentos, não à real utilização de insumos (como combustíveis) ou geração de produtos (como aço e cimento).; (iv) sem dados consistentes de atividade não há como se compreender devidamente o que é emitido, muito menos estabelecer melhores níveis (*benchmarks*) tecnológicos; (v) em conexão com o item anterior, não dá para se distinguir quanto da mitigação ocorreu por conta de condições estruturais (como melhoria de processo para aumento de eficiência) ou conjunturais (crises econômicas ou perda de competitividade); (vi) seria necessária uma mínima auditoria da qualidade das informações (para por exemplo evitar campos em branco ou com valores extremamente inconsistentes por erro de tratamento de dados); (vii) naturalmente os maiores emissores não querem se expor - ainda mais em listas com informações inconsistentes. A solução para esses problemas não é simples, mas passa necessariamente por uma priorização dos maiores emissores. A Curva ABC a seguir exemplifica uma dessas formas de priorização. Basicamente, nela se dispõem em ordem decrescente as maiores emissões percentuais acumuladas, permitindo em princípio identificar setores e processos-chaves - tanto para medidas voluntárias quanto de comando e controle. Este método foi utilizado no presente relatório com a base do SEEG e permite uma abordagem por subsetores ao

---

<sup>2</sup>Artigo 32 - O Poder Executivo, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente, deverá finalizar e comunicar, até dezembro de 2010, o inventário das emissões por atividades antrópicas dos gases de efeito estufa que definirão as bases para o estabelecimento de metas pelo Estado.

§ 2º - Ao Poder Executivo será facultado, a cada 5 (cinco) anos, fixar metas indicativas intermediárias, globais ou setoriais, antes de 2020.

invés de por empresas. Estas informações deveriam se complementar e isso é ainda algo possível. As fontes fixas de grande porte - indústrias, usinas termelétricas e outros empreendimentos - apresentam relativamente maior facilidade em termos de comando e controle. No exterior, muitas jurisdições adotam essa prioridade.  
*Curva ABC das 100 maiores fontes industriais emissoras de CO<sub>2</sub>. a partir de CETESB, 2008 (SIMA/AMC, 2022)*



Sob a vigência da PEMC e com o intuito de conhecer as emissões de cada empreendimento, a CETESB (2012) instituiu no Estado o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Empreendimentos, listando as tipologias industriais<sup>3</sup> que deveriam enviar o inventário de emissões para a CETESB, “para fins de acompanhamento da evolução quantitativa de emissões e do resultado de medidas de mitigação e absorção de gases causadores de efeito estufa” (art. 3º) e permitia a adesão voluntária ao Registro Público de Emissões (artigo 9º da PEMC). Posteriormente, a Agência (CETESB, 2015b) estendeu o prazo para envio de dados para a partir de 2014. Mais recentemente (CETESB, 2021c) foi ampliado o escopo para emissões indiretas (eletricidade e transportes de bens e serviços),

<sup>3</sup>As tipologias industriais que foram incluídas no inventário foram: (i) Usinas de açúcar e álcool; (ii) Empresas com caldeiras que utilizam bagaço de cana como combustível; (iii) Coquearias; Instalações de sinterização de minério metálico; (iv) Instalações de produção de ferro gusa ou aço, incluindo os equipamentos de vazamento contínuo com uma capacidade superior a 22.000 toneladas/ano; (v) Fundições de metais ferrosos com uma capacidade de produção superior a 7.500 toneladas/ano; (vi) Instalações de produção de vidro, incluindo as destinadas à produção de fibras de vidro, com uma capacidade de fusão superior a 7.500 toneladas/ano; (vii) Fornos de Cal, inseridos ou não na fabricação de papel e celulose; (viii) Produção de amônia; (ix) Produção de ácido adípico; (x) Produção de negro de fumo; (xi) Produção de etileno; (xii) Produção de carvão de silício; (xiii) Produção de carvão de cálcio; (xiv) Produção de soda cáustica; (xv) Produção de metanol; (xvi) Produção de dicloroetano (EDC); (xvii) Produção de cloreto de vinila (VCM); (xviii) Produção de óxido de etileno; (xix) Produção de acrilonitrila; e (xx) Instalações com consumo de combustível acima de determinadas capacidades (5.000 m<sup>3</sup>/ano de óleo combustível ; 17.000 m<sup>3</sup>/ano de óleo diesel; 40.000 t/ano de madeira lenha e/ou cavaco; 18M m<sup>3</sup>/ano de gás natural; 16 M m<sup>3</sup>/ano de GLP e 24.000 t/ano de coque. As estimativas de CO<sub>2</sub> utilizaram os fatores de emissão nível 1 propostos pelo IPCC em 2006.

determinando-se (CETESB, 2022) que os inventários de emissões de gases de efeito estufa sejam encaminhados com frequência anual, entre o período de 1º de setembro até 31 de outubro, compreendendo o período de janeiro a dezembro do ano anterior, por um formulário on-line e posterior envio da memória de cálculo em planilha aberta via e-mail conforme manual de preenchimento (CETESB, 2020a), deixando voluntário o envio das emissões indiretas de gases de efeito estufa (o chamado escopo 3) e sugerindo ainda a utilização da norma ABNT NBR ISO 14.064 -1 – Gases de Efeito Estufa, ou as diretrizes do GHG Protocol ou ainda “outra similar”. Atrelados às licenças de operação, esses dados, até o presente, encontram-se restritos à CETESB.

Além do conhecimento das emissões dos principais processos, o estabelecimento de metas setoriais depende também de serem identificadas as melhores práticas ou benchmarks. Para aprimorar as abordagens setoriais e entender melhor as singularidades da indústria paulista, o Banco Interamericano de Desenvolvimento, juntamente com a CETESB (CETESB e BID, 2019), lançaram uma série de documentos para a indústria paulista, em quatro setores: Siderurgia, Química, Cimento e Cal. Foram estabelecidos cenários de Referência (CR) e de Baixo Carbono (CBC), entre 2014 e 2030, considerando as emissões de GEE de processos e do consumo de energia e as elencadas alternativas de mitigação para os diferentes setores. Com base nestes cenários, foram estimados Custos Marginais de Abatimento (*Marginal Abatement Cost – MAC*) e geradas curvas correspondentes. Também foi definida uma taxa de atratividade para cada setor de maneira a gerar a curva de preço de equilíbrio de carbono. Gráficos de cunha apresentam a mitigação referente à implantação

*Página da CETESB (2022) para envio Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Empreendimentos*

LABORATÓRIOS ESCOLA CÂMARAS AMBIENTAIS TECNOLOGIA AMBIENTAL LICENCIAMENTO AMBIENTAL  
CENTRO REGIONAL NOTÍCIAS PLANO DE SAÚDE SIMA

**Inventário GEE Empreendimentos**

Envio de Inventário Decisão de Diretoria Legislação NBR ISO 14064 Orientações e Ferramenta Aquecimento Global

### Envio de Inventário de Gases de Efeito Estufa

**O Portal ficará disponível para envio dos inventários no período de 01 de setembro a 31 de outubro de 2022**

Os inventários de emissões de gases de efeito estufa (GEE) deverão ser encaminhados com frequência anual, entre o período de **1º de setembro até 31 de outubro**, compreendendo o período de janeiro a dezembro do ano anterior.

Neste período o sistema estará disponível para preenchimento dos resultados do inventário dos empreendimentos que desenvolvem as atividades listadas no artigo 3º da Decisão de Diretoria 035/2021/P, de 13 de abril de 2021.

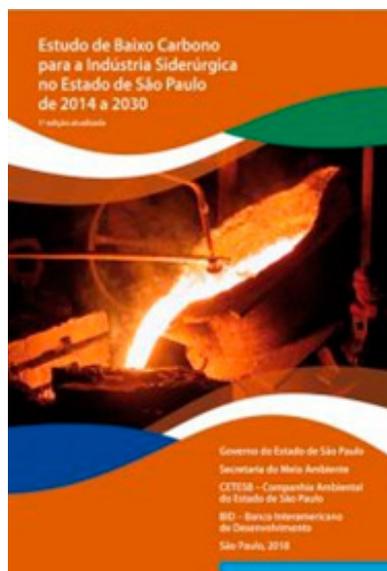
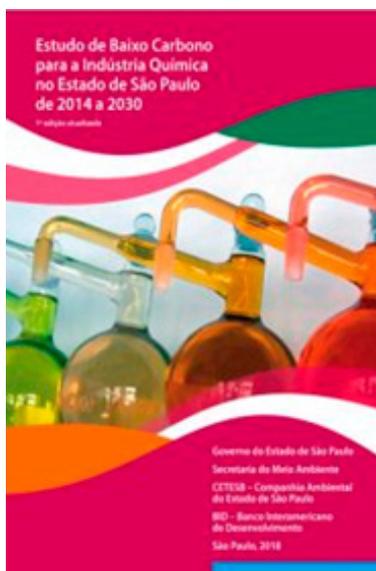
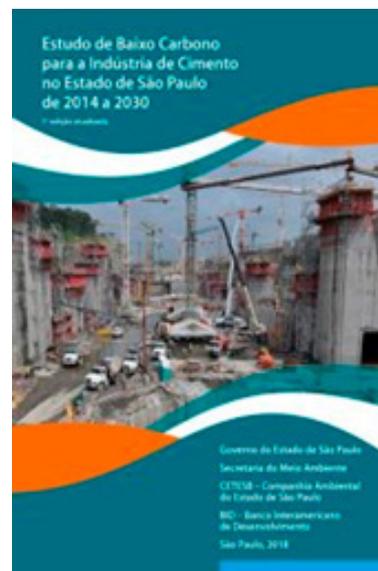
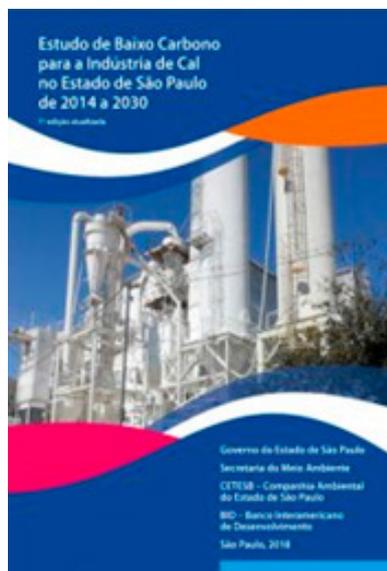
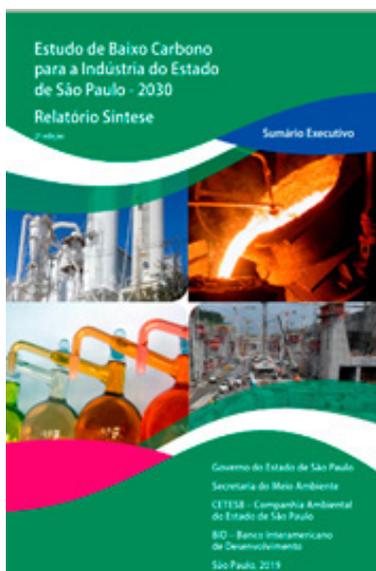
A declaração das emissões deverá ser realizada mediante o preenchimento do formulário on-line e posterior envio da memória de cálculo em planilha aberta para o e-mail [inventariogee\\_cetesb@sp.gov.br](mailto:inventariogee_cetesb@sp.gov.br).

As emissões deverão ser expressas em toneladas métricas por ano e toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente por ano. Em caso de dúvidas, consulte o [Manual de Preenchimento](#).

**ENVIO DE INVENTÁRIO GEE**

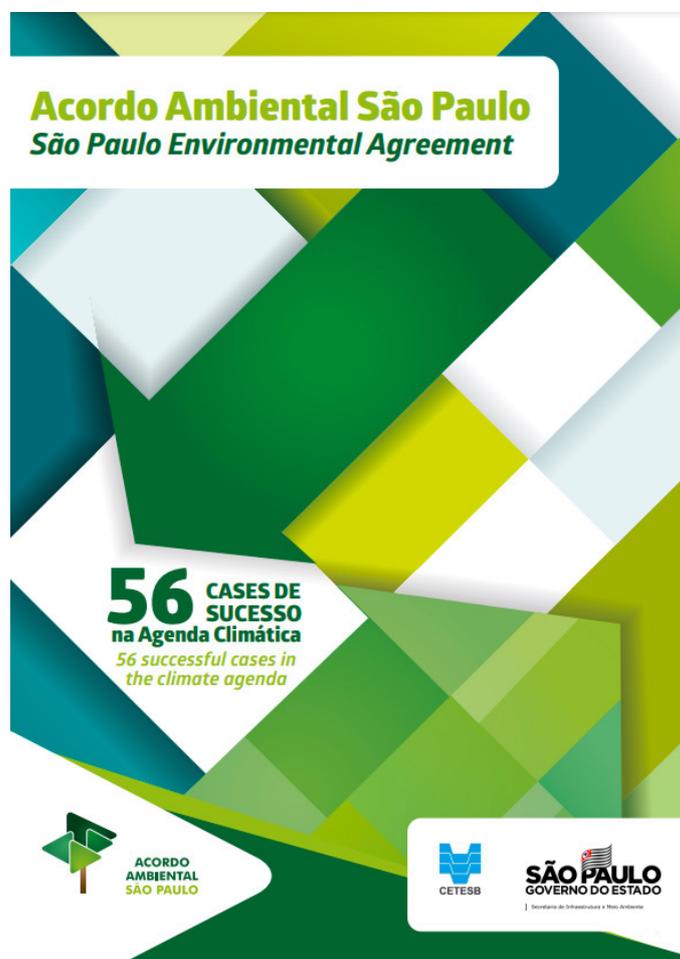
- Envio de Inventário de Gases de Efeito Estufa
- Manual de Preenchimento
- Envio de Inventário GEE - 2021
- Retificação do Inventário de GEE
- Perguntas e Respostas

*Estudos de Baixo Carbono para a Indústria do Estado de São Paulo (CETESB e BID, 2019):  
Relatórios Síntese (acima, esquerda); Indústria da Cal (acima, centro); do Cimento (acima,  
direita); Química (abaixo, esquerda) e Siderúrgica (abaixo, centro)*



Em 2015 a Secretaria de Meio Ambiente adotou uma abordagem voluntária em paralelo com a da CETESB, lançando o **Protocolo Climático do Estado de São Paulo**, pelo qual empresas poderiam aderir e informar suas emissões. As emissões divulgadas não eram harmonizadas, podendo cada integrante escolher seu método e escopo, o que prejudicava qualquer tentativa de agregação de informações. De caráter estritamente pedagógico, o Protocolo não pretendeu substituir as informações necessárias para o estabelecimento de metas setoriais. A iniciativa se manteve por quatro ciclos anuais (2015, 2016, 2017 e 2018) e publicou seus resultados ano a ano (SIMA, 2021k). A adesão ao Protocolo foi diminuindo ao longo do tempo e o Protocolo foi descontinuado em 2019, quando a CETESB lançou o **Acordo Ambiental São Paulo**, visando incentivar entidades a assumirem compromissos voluntários de redução de emissão de gases de efeito estufa (CETESB, 2021b). A adesão voluntária será renovada automaticamente até 2030 e pretende induzir a redução de GEEs nos próximos 10 anos. O número de aderentes é crescente - 1347 em 15/12/2021 (CETESB, 2021b) mas não há ainda uma agregação oficial das emissões mitigadas. A Agência Ambiental lançou uma nota técnica metodológica para inventários (CETESB, 2021d) e na CoP26 um livro com casos de sucesso do Acordo (CETESB, 2021a). Os 56 casos da publicação apontam 1,8 milhões de toneladas (Mt) de CO<sub>2</sub>, mais 15 MtCO<sub>2</sub> se forem contados os certificados de venda de combustíveis renováveis (CBIOS, da Política Nacional de Combustíveis - Renovabio) por todo o país (ANP, 2020).

*Relatório com 56 Casos de Sucesso do Acordo Ambiental São Paulo. Fonte: CETESB, 2021a*



Adesões voluntárias de informes de emissões: Protocolo Climático do Estado de São Paulo (acima) e posterior Acordo Ambiental São Paulo (abaixo). Fontes: SIMA, 2021k; CETESB, 2021b

**Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente**

Quem somos • Infraestrutura • Meio Ambiente • Dados Energéticos • Legislação • Transparência • Serviços • Notícias • Contato

**PROTOKOLO CLIMÁTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – 4º CICLO (2018)**

Os resultados completos do 1º (2015), 2º (2016) e 3º (2017) Ciclos do Protocolo Climático podem ser acessados aqui.

O Protocolo Climático do Governo Estado de São Paulo é uma iniciativa de adesão voluntária para estimular as empresas a reduzir emissões de gases de efeito estufa e adotar ações de adaptação às mudanças climáticas.

Ao integrar o Protocolo, a empresa poderá informar suas emissões anuais, a metodologia utilizada para mensurá-las, o alcance das informações (se limitadas às operações diretas ou se abrangem toda a cadeia de valor), se os dados foram validados por uma certificadora e eventuais metas para diminuir a liberação dos gases-estufa.

No que concerne à adaptação, a companhia poderá comunicar a existência de indicadores de vulnerabilidade e ações para atenuar os impactos das alterações no clima.

Quanto mais respostas forem dadas às questões do formulário do Protocolo, mais alta será a pontuação da empresa na iniciativa. O preenchimento do formulário permitirá ao Governo identificar empresas e entidades líderes em estratégias para enfrentar as mudanças climáticas e estabelecer políticas públicas que visem à melhoria da competitividade das empresas por meio da utilização de tecnologias limpas.

A iniciativa faz parte das ações climáticas que o Governo de São Paulo apresentou em Paris na 21ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 2015. No centro das atenções desse histórico evento, esteve a adoção de um acordo global para conter o aumento na temperatura do planeta neste século abaixo do limite de segurança de 2 graus Celsius.

**CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**

INSTITUCIONAL ACONTECE PUBLICAÇÕES LEGISLAÇÃO EVENTOS NOTÍCIAS CANAIS DE ATENDIMENTO

**INSTITUCIONAL**

- ACCESSO RESTRITO
- AGÊNCIAS DA CETESB
- DECISÕES DE DIRETORIA
- DIRETORIA EXECUTIVA
- CERTIDÕES NEGATIVAS
- ESTATUTO SOCIAL, REGIMENTOS E ATOS NORMATIVOS
- HISTÓRICO
- ORGANOGRAMA
- PRESIDENTES DA CETESB
- QUÍMICOS DA CETESB
- SAÚDE SUPLEMENTAR

**TRANSPARÊNCIA**

- ACOMPANHE NOSSA GESTÃO
- BALANÇOS PATRIMONIAIS
- INFORMAÇÕES TRIMESTRAIS – ITR
- CADASTRO AMBIENTAL ESTADUAL
- CONTRATOS ADMINISTRATIVOS
- DECRETO ESTADUAL Nº 58.052/2012
- LEI Nº 12.527/2011
- LICITAÇÕES
- PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO
- PLANO PLURIANUAL – 2020 A 2023
- PPR
- REMUNERAÇÃO
- CARGOS E FUNÇÕES

**GOVERNANÇA CORPORATIVA**

- CÓDIGO DE CONDUTA E INTEGRIDADE
- REGIMENTO INTERNO DO COMITÊ DE AUDITORIA
- REGIMENTO INTERNO COMITÊ DE ELEGIBILIDADE E ACONSELHAMENTO
- REGIMENTO INTERNO DO COMITÊ DE ÉTICA
- REGIMENTO INTERNO DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO
- REGULAMENTO DA AUDITORIA INTERNA
- LEI Nº 6.404, DE 15 DE DEZEMBRO DE 1976
- LEI Nº 13.303, DE 30 DE JUNHO DE 2016
- POLÍTICA DE DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES E DE PORTA-VOZES

6 CASES DE SUCESSO na agenda Climática

NOTA TÉCNICA 2021

PERGUNTAS E RESPOSTAS

Além das fontes fixas, houve uma tentativa por parte de São Paulo em escala nacional, direcionada aos veículos - ou fontes móveis. A CETESB (2018) encaminhou ao IBAMA proposta para o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) amparada na evolução dos padrões de emissão de CO<sub>2</sub> pelo escapamento dos veículos, dentro de uma estruturação das novas fases dos programas federais de controle de emissões veiculares alinhando-se às melhores práticas internacionais (Yang, 2014). O documento foi levado a uma consulta pública (IBAMA, 2018) mas não prosperou, prevalecendo de fato um outro programa governamental: o Rota 2030, promovido pelo então Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, MDIC. Este não limita as emissões de CO<sub>2</sub>, mas estabelece um tímido incremento da eficiência energética na média dos veículos comercializados anualmente no País - 11% entre 2017 e 2032 (ME, 2021). Esta alternativa busca, em tese, proteger o etanol ao considerar emissões no ciclo de vida ao invés do cano de escape, entretanto, pode criar consideráveis problemas ao inserir o precedente de análise de ciclo de vida para produtos - uma antiga proposta protecionista da União Européia (EC, 2012) que afirmava dentre outros pontos que a cultura da cana de açúcar desmata a Amazônia por deslocar a cultura da soja, que desloca a pecuária - discussões que causaram muito desgaste ao Brasil (Ferreira Filho et al, 2014; Bathia, 2014 e que atualmente se converteram em ajustes de fronteira (EC, 2022). Também, a suposta proteção à indústria automotiva nacional, ao estabelecer prazos mais longos para a incorporação de melhorias tecnológicas, defasa ainda mais o país na introdução global dos veículos elétricos. A consideração das emissões no ciclo de vida do combustível apresenta riscos, pois abre precedentes para que outros países façam considerações semelhantes para commodities brasileiras. A defesa do etanol acaba sendo meramente paliativa, uma vez que os preços relativos do biocombustível e da gasolina ainda estimulam o consumidor a optar pelo combustível fóssil. A indústria automotiva nacional vem reconhecendo os desafios dessa transição (ANFAVEA, 2021) , algo que pode ser notado pela ampla receptividade das Diretrizes do Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo (SIMA, 2021h).

*Consulta pública aberta sobre a proposta da CETESB ao PROCONVE para CO<sub>2</sub> em veículos leves e pesados. Fonte IBAMA, 2018.*

The screenshot shows the IBAMA website interface. At the top, there is a navigation bar with links for accessibility, high contrast, and site map. The main header features the IBAMA logo and the text 'Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis' and 'Ministério do Meio Ambiente'. A search bar is located on the right side of the header. Below the header, there is a menu with links for 'Fale com o Ibama', 'Denúncias', 'Quem é quem', 'Carta de serviços', 'Perguntas frequentes', 'Área de imprensa', and 'Login serviços'. The main content area displays the title 'Consulta Pública sobre controle de emissões de gases de efeito estufa por veículos automotores novos' and a publication date of April 10, 2018. A sidebar on the left contains various service categories like 'SERVIÇOS', 'BIODIVERSIDADE', 'EMISSÕES E RESÍDUOS', 'FISCALIZAÇÃO E PROTEÇÃO AMBIENTAL', 'LICENCIAMENTO AMBIENTAL', and 'QUÍMICOS E BIOLÓGICOS'. A list of links related to the consultation is provided, including 'Sobre a Consulta Pública', 'Importante', 'Prazo', 'Resultados', 'Mais informações', 'Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados', and 'Contato'. The main text under 'Sobre a Consulta Pública' describes the public consultation initiated by IBAMA on April 10, 2018, regarding the proposal for new vehicle emission control.

Um pleito constante e legítimo do setor automotivo sempre foi a renovação da frota, principalmente a de caminhões (Scarabotto 2021). Complementando as exigências para veículos novos pelo PROCONVE, a renovação pode ser acelerada por subvenções (estímulos) mas também por regulações. Nesse sentido, a implantação de programas de inspeção ambiental e manutenção de veículos em uso é prevista por lei federal (Brasil, 1993) mas ainda não executada - por conta de uma suspensão por tempo indeterminado pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2018). Enquanto isso, com um alcance muito mais limitado, a CETESB realiza periódica e amostralmente a fiscalização de fumaça preta nas vias públicas da Região Metropolitana de São Paulo. Outra forma de promover a renovação da frota são os incentivos à aquisição de veículos novos. Nesse sentido, cogitou-se atuar por meio de tributos estaduais - IPVA e ICMS - diferenciados.

Nos primeiros anos de vigência da PEMC houve uma série de reuniões entre representantes das Secretarias de Meio Ambiente e da Fazenda, no sentido de identificar barreiras e oportunidades para a utilização de mecanismos fiscais e tributários alinhados a objetivos de mitigação de emissões de gases de efeito estufa. As reuniões não foram públicas, mas cabe um testemunho a respeito de alguns dos principais pontos discutidos. Em primeiro lugar, há uma deficiência na nomenclatura de produtos e serviços que possam ser ambientalmente preferíveis em compras públicas. Nesse quesito, deve ser destacada a experiência da CETESB e da SIMA com critérios para aparelhos de ar condicionado sem CFCs (São Paulo, 1997), abastecimento obrigatório de etanol em veículos flex (São Paulo, 2013) , no Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis (SIMA, 2019b), no Cadmadeira (SIMA, 2008 e São Paulo, 2008a) e na orientação para o Governo Federal (CGU, 2021). Decreto (São Paulo, 2008a) ampara essas iniciativas, mas seu teor é bastante programático. Em segundo, a compatibilização dos incentivos com a Lei de Responsabilidade Fiscal. As autoridades fazendárias relutam em conceder subvenções por não disporem de suficientes fontes de recursos, por não disporem de amparo legal, pela premissa de não renunciar a receitas e pela dificuldade política de reverter a situação retirando um benefício concedido. Em terceiro, pela própria dificuldade em se estabelecerem prioridades e métricas de mitigação de emissões de gases de efeito estufa em medidas fiscais e tributárias (caso por exemplo da construção civil sustentável, muito discutida porém pouquíssimo aplicada). Em quarto, há de se contar com a possibilidade de judicialização - algo que ocorre até no caso de outros benefícios ambientais mais óbvios, como da proibição do amianto crisotila no estado (Oliveira e D'Agostino, 2017). Esses pontos são de extrema importância, uma vez que o financiamento climático prescinde do equacionamento destas questões e da adoção de uma política sólida e coerente de incentivos atrelados a metas de médio e longo prazos.

## 5. Inventários e Cenários de Emissões

Antes mesmo da aprovação da PEMC, já havia os primeiros inventários de gases de efeito estufa para o Estado de São Paulo. Estes cobriam apenas o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no setor Energia (SERHS, 2006). Anos depois, a Comunicação Estadual (CETESB, 2011) cobriu, pela primeira vez, todos os setores. Realizada conforme a metodologia do IPCC, Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas, a Comunicação representa as bases para o estabelecimento de metas para o Estado, em conformidade com o “caput” do artigo 32 da PEMC<sup>5</sup>. Apesar da acurácia, por sua alta complexidade e elevado custo (CETESB, 2015a), os inventários acabaram sendo descontinuados. Uma solução surgiu através da cooperação entre a SIMA e o LabOC - Laboratório do Observatório do Clima, responsável pelos dados do SEEG, Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SIMA, 2021f). Por esse acordo, o Governo do Estado de São Paulo pode se utilizar das informações já publicadas pelo Sistema, validando e auxiliando no refinamento dos números.

*Emissões (+) e remoções (-) em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> no ano 2005 (base da PEMC), publicadas pelo Balanço Energético do Estado de São Paulo (SERHS, 2006)*

<b>Total geral 67,94</b>	<b>Fósseis 71,51</b>	Carvão vapor 0,13
		Gás natural 8,59
		Óleo diesel 23,73
		Óleo combustível 7,39
		Gasolina 11,48
		GLP 4,86
		Nafta 0,08
		Querosene 5,03
		Gás canalizado 0,00
		Gás de coqueria 0,57
		Coque de carvão mineral 4,78
		Gás de refinaria 1,79
		Outros energéticos do petróleo 3,08
		<b>Biomassa 3,57</b>
	Carvão Vegetal 0,49	
	Álcool etílico -7,02	

<sup>5</sup>Artigo 32 - O Poder Executivo, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente, deverá finalizar e comunicar, até dezembro de 2010, o inventário das emissões por atividades antrópicas dos gases de efeito estufa que definirão as bases para o estabelecimento de metas pelo Estado.

Quadro-síntese da Comunicação Estadual (CETESB, 2011a) para o ano 2005 (base da PEMC): emissões em milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub>eq) calculadas pelos potenciais de aquecimento global da época da publicação (GWP-100, IPCC SAR) e atualmente adotados (GWP-100, IPCC AR5), por setor (Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos - PIUP, Agropecuária, Mudança do Uso do Solo e Florestas - MUTF, Resíduos) (SIMA-AMC, 2022)

São Paulo, 2005		MtCO <sub>2</sub> eq					
GWP-100	Setor	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC134a	SF <sub>6</sub>	Total
SAR	Energia	78,58	0,63	0,93	0,00	0,00	80,14
	PIUP	12,69	0,03	7,07	0,79	0,05	20,62
	Agropecuária	1,48	14,24	11,78	0,00	0,00	27,49
	MUTF	-3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,98
	Resíduos	0,02	9,35	0,00	0,00	0,00	9,36
	<b>Total</b>	<b>88,78</b>	<b>24,24</b>	<b>19,78</b>	<b>0,79</b>	<b>0,05</b>	<b>133,64</b>
AR5	Energia	78,58	0,84	0,80	0,00	0,00	80,22
	PIUP	12,69	0,04	6,04	0,79	0,05	19,61
	Agropecuária	1,48	18,98	10,07	0,00	0,00	30,53
	MUTF	-3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,98
	Resíduos	0,02	12,46	0,00	0,00	0,00	12,48
	<b>Total</b>	<b>88,78</b>	<b>32,33</b>	<b>16,91</b>	<b>0,79</b>	<b>0,05</b>	<b>138,86</b>

A partir dos inventários podem ser elaboradas projeções, também chamadas de cenários de emissões ou trajetórias. Um dos primeiros cenários de emissões de CO<sub>2</sub> para o Estado pode ter sido o Plano 2035, elaborado pela Secretaria de Energia do Estado (SE, 2011), que contemplava uma tímida mitigação de emissões sem levar em conta a PEMC, de 3,7% em relação a um cenário base (*business as usual*) que multiplicava as emissões do ano 2005 em 2,15 vezes no ano 2035. No ano de 2020 (meta da PEMC), ao invés de se reduzirem as emissões do ano 2005 aumentariam algo entre 48% e 53%. Diversos estudos foram realizados em torno do atingimento da meta da PEMC. O Plano Paulista de Energia 2020 (SE, 2011) enfatizava, com razão, o subsetor de Transportes e a importância de substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis. Como a eletrificação era algo considerado muito distante, as opções acabaram sendo restritas aos biocombustíveis, acompanhados de alguma eficiência tecnológica (10% nas indústrias e 5% nas residências) e trocas de modais. Elaborou-se um cenário que partiu da Matriz Energética 2035, trazendo consigo as premissas de crescimento hoje verificadas como infladas.

*Cenário para São Paulo pelo Plano Energia 2035, apenas para dióxido de carbono. (SE, 2011)*

Cenário	Emissões do Setor Energia (MtCO <sub>2</sub> )						
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Base	58	65	78	89	100	115	125
MASP (mitigação)	58	62	75	87	95	110	120

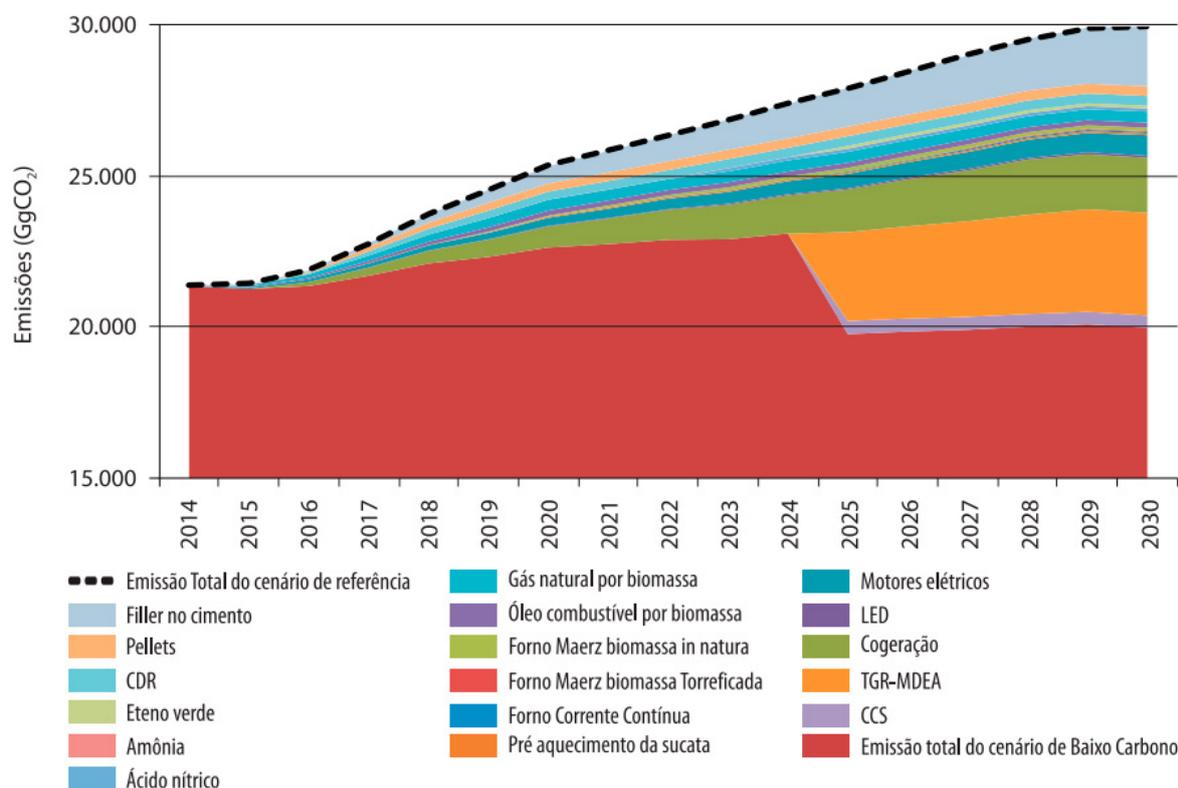
A segunda versão do Plano Transportes (SLT, 2013) estimava para o ano 2020 em relação a 2005 abatimentos da ordem de 39 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, dos quais 29 MtCO<sub>2</sub> viriam do uso do etanol em 90% da frota flex, mantendo-se a adição de álcool anidro na gasolina. Responsável por 77% da mitigação, a classe dos renováveis requer “um vigoroso programa de substituição de combustíveis fósseis”, sem o qual “as metas da PEMC não só se tornam inatingíveis como estarão muito distantes dos resultados alcançáveis de redução de CO<sub>2</sub>”. Pode-se ver que essa estratégia era fortemente dependente da política de preços relativos entre o álcool e a gasolina, definida principalmente pelo Governo Federal. O que acabou ocorrendo foi o contrário: um estímulo à gasolina que comprometeu fortemente não só o consumo mas também a produção do biocombustível renovável.

*Plano Transportes: síntese com estimativas de abatimentos para o ano 2020, em relação a 2005. Fonte: SLT, 2013*

Classes	Abatimentos possíveis identificados	MtCO <sub>2</sub>
<b>Substituição de fósseis por renováveis</b>	Uso de etanol em 90% da frota flex e manutenção do etanol anidro na gasolina	23,9
	10% de biodiesel em todo o óleo diesel em SP	3,1
	100% de renováveis nos ônibus urbanos da Capital	1,5
	100% de renováveis nos ônibus urbanos da Região Metropolitana de SP (RMSP)	0,7
	1% de QAV (querosene de aviação) renovável	0,1
<b>Redistribuição modal</b>	Rebalanceamento da matriz de transporte de carga	3,9
	Expansão sobre trilhos na RMSP	2,2
<b>Planejamento e gestão</b>	Redução do retorno vazio	2,2
	Renovação da frota de caminhões	0,4
	Caminhões "sem parada em pedágio"	0,2
	Inspeção de opacidade	0,4
<b>Eficiência veicular</b>	Todos leves a gasolina híbrido-elétricos já em 2014	0,5
<b>Total de abatimentos em 2020</b>		<b>39,1</b>

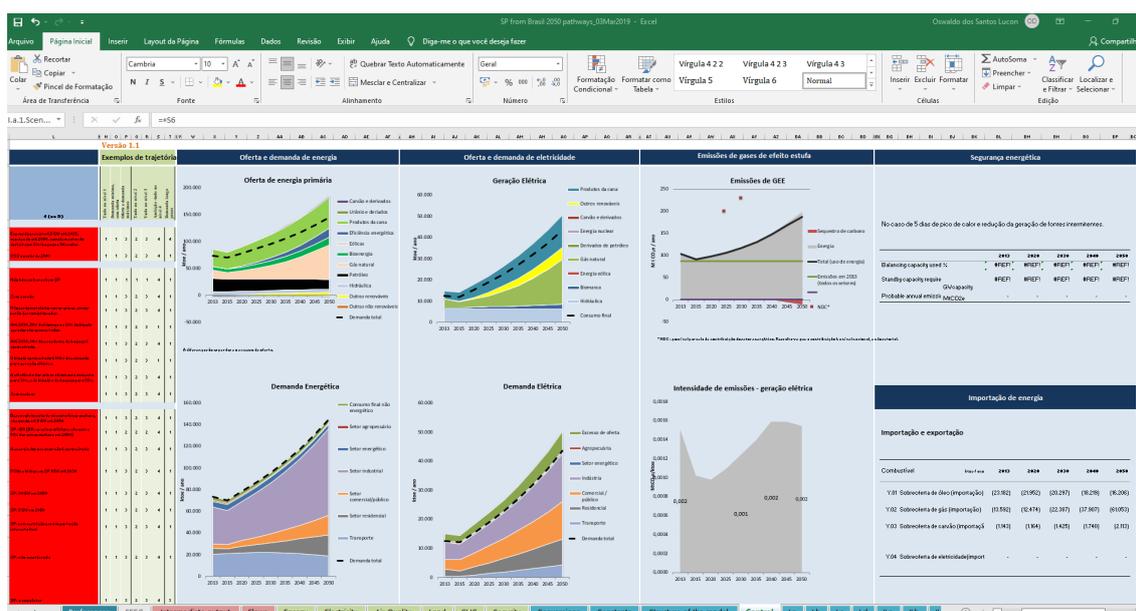
Cenários para as indústrias foram realizados pela CETESB e BID (2019), apresentando curvas de mínimo custo marginal para o ano 2030. O trabalho não disponibilizou as planilhas de cálculo para que fossem realizadas atualizações, rastreamentos ou validações.

Curva de custo marginal para a indústria paulista com potenciais de mitigação setorial até 2030 (acima) e trajetórias de descarbonização (abaixo). Fonte: CETESB e BID, 2019



Em 2017, com o apoio da Coalizão Under 2, foi realizada uma visita técnica ao Estado da Califórnia, a fim de prospectar um modelo de trajetórias de emissões de gases de efeito estufa para São Paulo. O modelo californiano mostrou-se por demais complexo e caro em termos de licenças de software. Contudo, na ocasião foi detectada uma oportunidade de parceria com o Governo do País de Gales (SIMA, 2017b), que permitiu o primeiro trabalho de Trajetórias de Emissão para o Estado de São Paulo. Baseada num modelo internacional (UK Government, 2021), a planilha (SIMA, 2017a) cobre apenas o setor Energia, mas possibilita simulações profundas, a nível de balanço. O governo brasileiro adaptou a planilha britânica aos parâmetros nacionais e a divulgou na página da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020). O projeto nacional despertou algum interesse (TN Petróleo, 2017), mas a planilha foi tirada do ar, tendo sido preservada uma cópia do original disponível para consulta (Lucon, 2021).

## Trajétórias de emissão para o Estado de São Paulo, setor de Energia, facsímile da Plataforma EPE/UK BECS em colaboração com o País de Gales. Fonte SIMA, 2017a

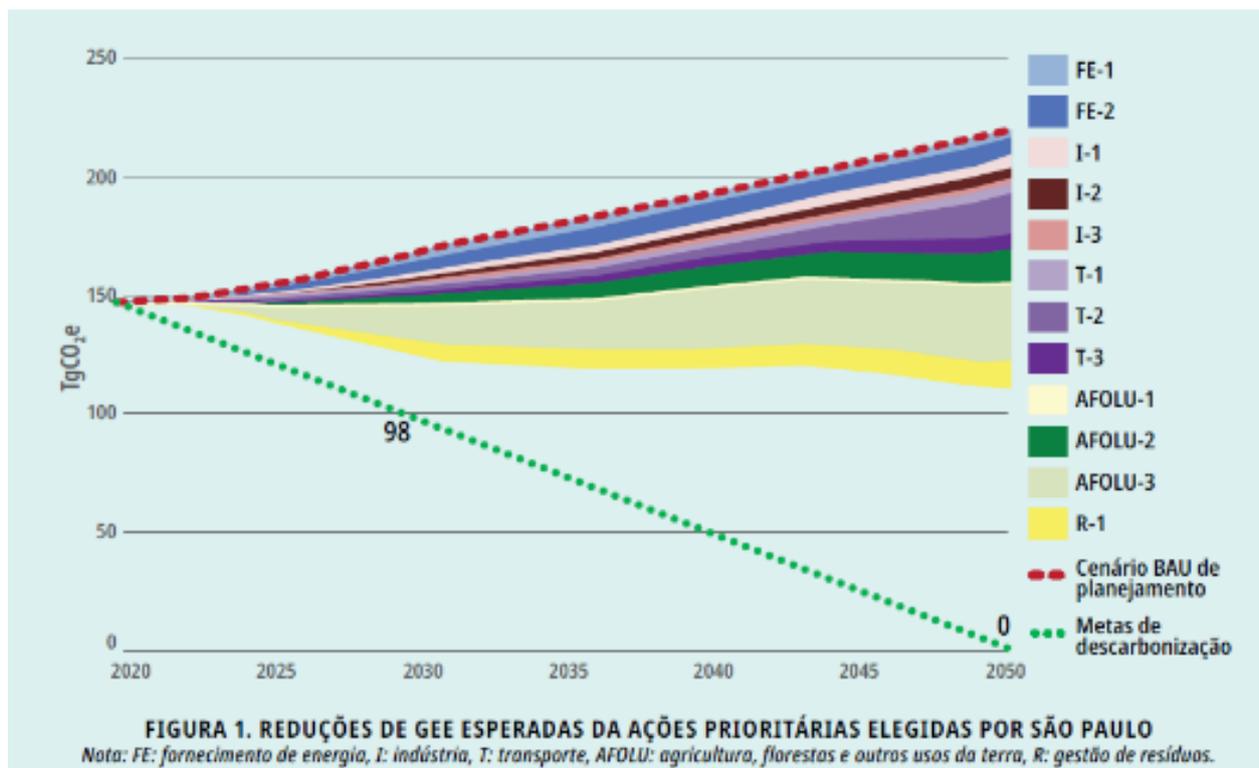


Posteriormente, no Estado de São Paulo/ SIMA, com apoio da rede *The Climate Group* e em parceria com a *Governors' Climate and Forests Taskforce*, *Winrock International* e *Center for Climate Strategies*, foi conduzido no biênio 2019-2020 o projeto “Trajetórias de Descarbonização 2050” (TCG, 2021). O objetivo foi propor ações prioritárias da trajetória de descarbonização do Estado em relação a uma linha de base de planejamento, o ano de 2015, adotado pela disponibilidade de dados para todos os setores em análise. Doze ações prioritárias foram selecionadas:

- 1) Geração de energia solar centralizada;
- 2) Geração de energia de biomassa;
- 3) Eficiência do uso de combustível na indústria leve;
- 4) Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço;
- 5) Redução das emissões do processo durante a produção de cimento;
- 6) Planejamento urbano inteligente;
- 7) Eletrificação de veículos;
- 8) Alteração do modo de passageiros;
- 9) Agropecuária climaticamente inteligente com uso de técnicas de Baixa Emissão de Carbono;
- 10) Restauração da paisagem florestal;
- 11) Conservação da vegetação nativa e
- 12) Aproveitamento da energia de metano em aterros sanitários.

Com as doze ações, até 2030, são esperadas reduções de 44 MtCO<sub>2</sub>eq (27% em relação aos níveis de referência). Em 2050, são esperadas reduções de 108 MtCO<sub>2</sub>eq (50% abaixo dos níveis de referência). A maior parte das reduções viria de ações nos setores de transporte (13% em 2050) e AFOLU, a sigla em inglês para Agricultura, Florestas e Uso da Terra (22% em 2050). O estudo não visava a neutralidade das emissões, para a qual será necessário reduzir 25 MtCO<sub>2</sub>eq adicionais até 2030 e outros 107 MtCO<sub>2</sub>eq até 2050.

Trajétórias de Descarbonização 2050, com doze ações elegidas como prioritárias. Fonte: SIMA/TCG, 2021



## 6. A meta da PEMC para 2020

Apesar da PEMC conter um amplo arcabouço de medidas, na prática, seu ponto central foi a meta de redução de emissões. A meta geral de redução de emissões de gases de efeito estufa é expressa em 20% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) até 2020, tomando por base as emissões do ano 2005 (art. 32 § 1º). O texto legal gerou dúvidas entre uma interpretação literal – pela qual a meta se refere somente a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – ou a todos os gases de efeito estufa. O texto do Projeto de Lei estipulava em CO<sub>2</sub> equivalente, mas os deputados retiraram essa palavra.

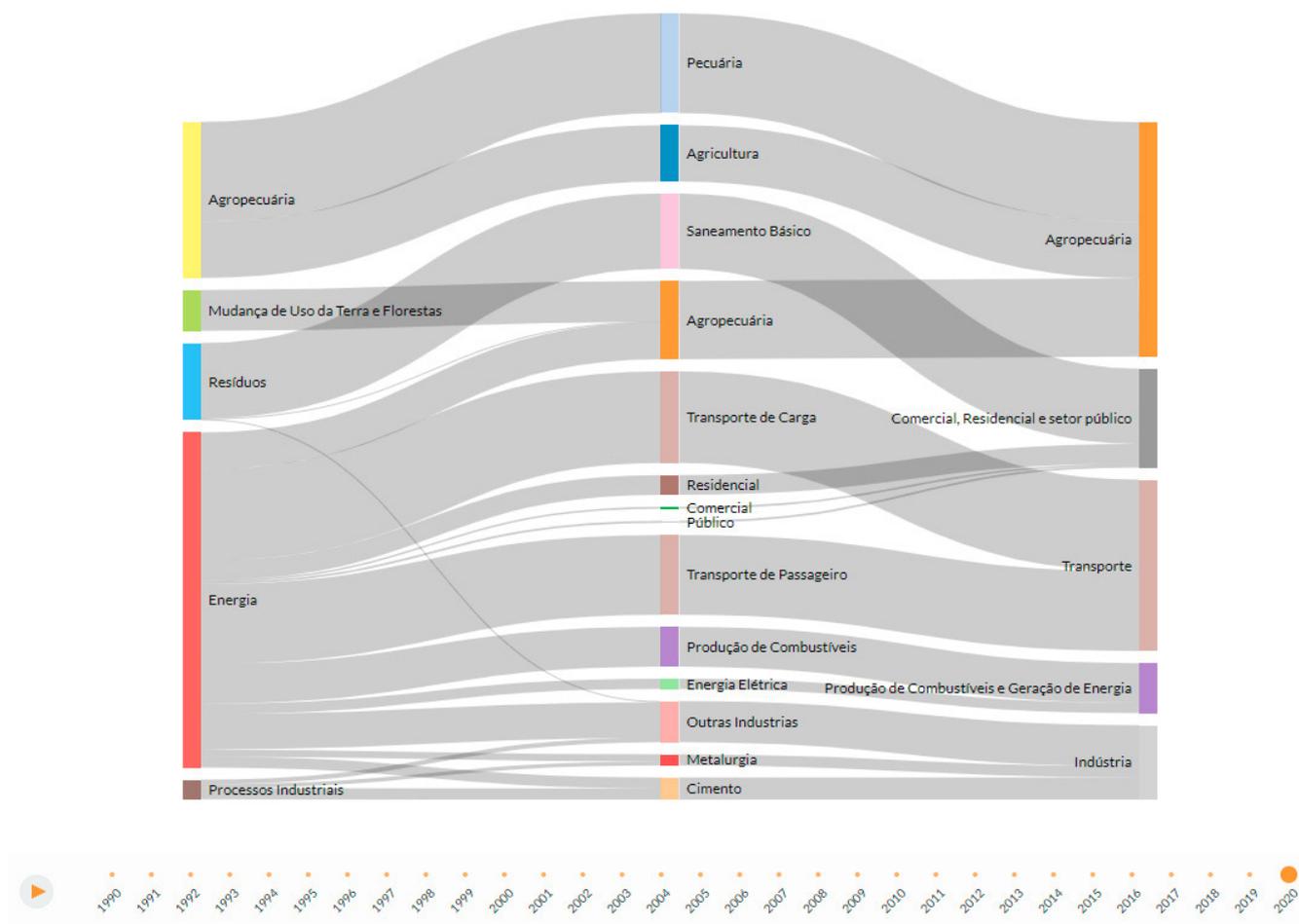
Este relatório entende que essa falha deve ser um alerta a próximos projetos de lei e que - consistentemente em termos científicos - a meta é expressa em termos de CO<sub>2</sub> equivalente, incluindo assim o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os principais gases fluorados (SF<sub>6</sub> ou hexafluoreto de enxofre, PFCs ou perfluorocarbonos e HFCs, ou hidrofluorcarbonos). O Decreto 55.947, arts. 32 e 34 (São Paulo, 2010) autoriza a compensação de emissões utilizando-se de outros gases de efeito estufa (como o metano do biogás de aterro). São permitidas ainda reduções ocorridas fora do território paulista (ex. redução do desmatamento na Amazônia induzida por controle de entrada de madeira ilegal), por atividades realizadas em São Paulo. Assim, um empreendimento que não atingisse sua meta de redução dentro de seus processos poderia demonstrar que abateu gases de efeito estufa de outra forma, gerando créditos de uma maneira metodologicamente simples. Encerrado o ano 2020, foi realizada a presente análise para verificação do cumprimento da meta, após a publicação das estatísticas daquele ano pelo SEEG (2021a). Ocorreu entre os anos 2005 e 2020 uma redução de 2% em termos de CO<sub>2</sub> equivalente - ou seja, praticamente uma estabilização.

A Folha de São Paulo divulgou, em 7 de novembro de 2021, uma matéria (Watanabe, 2021) sobre o final do prazo da meta de 20% da PEMC baseando-se nos dados lançados pelo SEEG em 28 de outubro daquele ano. As informações não haviam sido aferidas pela SIMA, que não se pronunciou para a imprensa. A redução informada entre 2005 e 2020 foi de 0,7%, em termos de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), cobrindo portanto todos os gases de efeito estufa e não somente o dióxido de carbono, como textualmente apontava o parágrafo primeiro do artigo 32 da PEMC. O artigo relata a situação distinta dos contextos nacional e paulista, respectivamente em mudança do uso do solo (desmatamento) e transformações tecnológicas. Na reportagem, foram prestados alguns esclarecimentos preliminares, como o sentido aspiracional da meta, a evolução em alguns setores como a conservação florestal, a deficiência de estudos para a definição da meta e a falta de efetividade da lei. Há muito a considerar em termos de justificativas, que poderiam ser resumidas em questões conjunturais, estruturais e de governança.

## 7. Emissões do Estado de São Paulo

Esta seção se propõe a relatar e discutir o comportamento das emissões paulistas, citando algumas alternativas possíveis para a mitigação. Com foco no reporte, a figura a seguir (SEEG, 2021c) sintetiza a alocação das emissões de gases de efeito estufa do estado de São Paulo no ano de 2020.

*Emissões do Estado de São Paulo, ano base 2020. (SEEG, 2021c)*



A unidade básica utilizada para reportar emissões é em equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq), visto que este gás (CO<sub>2</sub>) é o de maior importância para todas as regiões do mundo, dada a preponderância dos processos de combustão no consumo de energia. Os gases cujas emissões antrópicas e remoções são tipicamente considerados em inventários são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Os principais gases de efeito estufa (GEE) estão representados na tabela a seguir (GHG Protocol, 2020), que apresenta os fatores de emissão pelo seu potencial de aquecimento global para o horizonte de 100 anos (*Global Warming Potential, GWP-100*) dos Relatórios de Avaliação do IPCC (Segundo ou SAR, Quarto ou AR4 e Quinto ou AR5). O SEEG utiliza,

em linha com a 4a. Comunicação Nacional do Brasil, os valores do AR5, mas também disponibiliza números sob outras métricas. A Primeira Comunicação Estadual de São Paulo utilizou, em 2012, os fatores do SAR. Também os inventários do Governo Federal, Sistema de Registro Nacional de Emissões - SIRENE (MCTI, 2021), descritos mais adiante, utilizam, por enquanto, apenas o SAR.

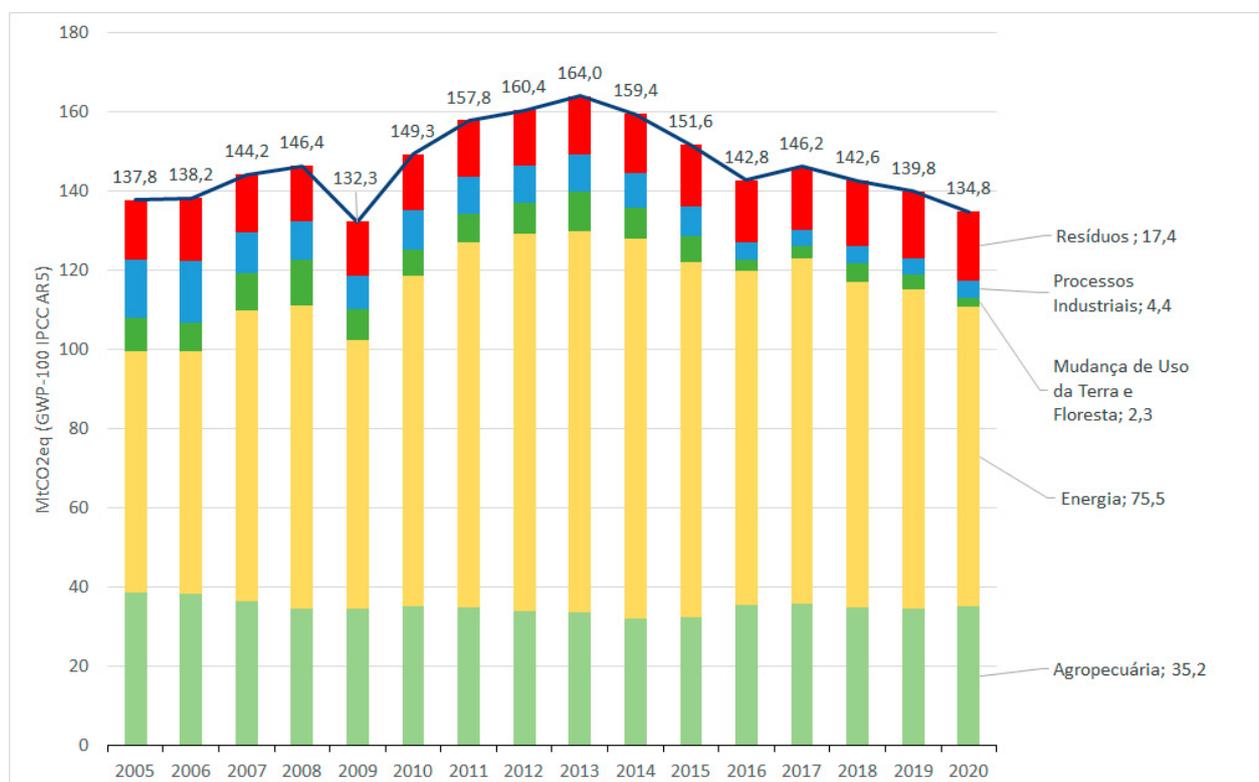
Potenciais de aquecimento GWP-100 dos gases de efeito estufa, adotados pelo Segundo, Quarto e Quinto Relatórios de Avaliação do IPCC, com suas siglas e ano de publicação (SIMA/AMC, 2022)

Nome comum ou designação industrial	Fórmula	Potenciais de aquecimento Global (GWP-100 anos) conforme Relatórios de Avaliação do IPCC		
		2º (SAR, 1996)	4º (AR4, 2007)	5º (AR5, 2013)
<b>Dióxido de Carbono</b>	CO <sub>2</sub>	1	1	1
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	21	25	28
<b>Óxido Nitroso</b>	N <sub>2</sub> O	310	298	265
<b>HFC-23</b>	CHF <sub>3</sub>	11700	14800	12400
<b>HFC-32</b>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	650	675	677
<b>HFC-125</b>	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	2800	3500	3170
<b>HFC-134a</b>	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1300	1430	1300
<b>HFC-143a</b>	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	3800	4470	4800
<b>HFC-152a</b>	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	140	124	138
<b>Perfluorcarbono, PFC-14</b>	CF <sub>4</sub>	6500	7390	6630
<b>Hexafluoreto de Enxofre</b>	SF <sub>6</sub>	23900	22800	23500

## 7.1. Análise Geral

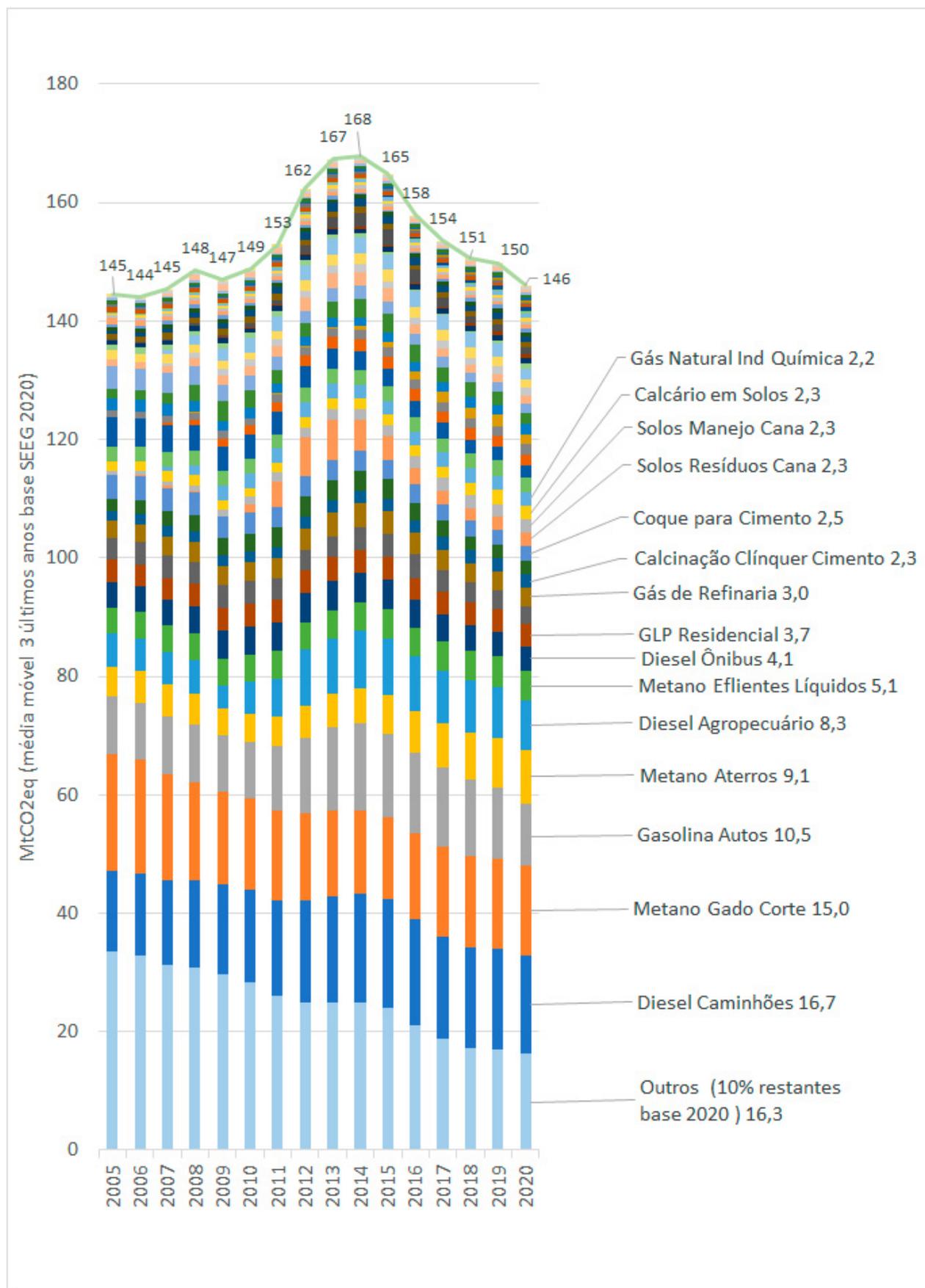
As emissões paulistas de gases de efeito estufa tiveram, entre 2005 e 2020, o comportamento descrito na figura a seguir. Pode-se notar uma grande flutuação principalmente no setor Energia, por conta do estímulo federal (principalmente) ao consumo de diesel, gasolina e outros combustíveis fósseis. Na contramão dos objetivos da PEMC, este fator neutraliza qualquer iniciativa para se ter uma preponderância da bioenergia e de outras fontes renováveis.

*Emissões líquidas de gases de efeito estufa por setor de 2005 a 2020 (SIMA/AMC, 2022)*



Uma alternativa metodológica para avaliar o comportamento das emissões paulistas sem contar flutuações - como as incertezas nos dados e pandemia em 2020 - foi adotar o critério das médias móveis dos últimos 3 anos. Nota-se, assim, que as emissões praticamente não se alteraram nos extremos 2005 e 2020, mas que cresceram e diminuíram nos anos intermediários. Isso pode ser atribuído a diversos fatores estruturais (como ganhos de eficiência e descarbonização de processos) e, principalmente, conjunturais (crise econômica, subsídios e estímulos nacionais ao consumo de energia provida de fontes fósseis, fechamento da indústria integrada de aço no Estado).

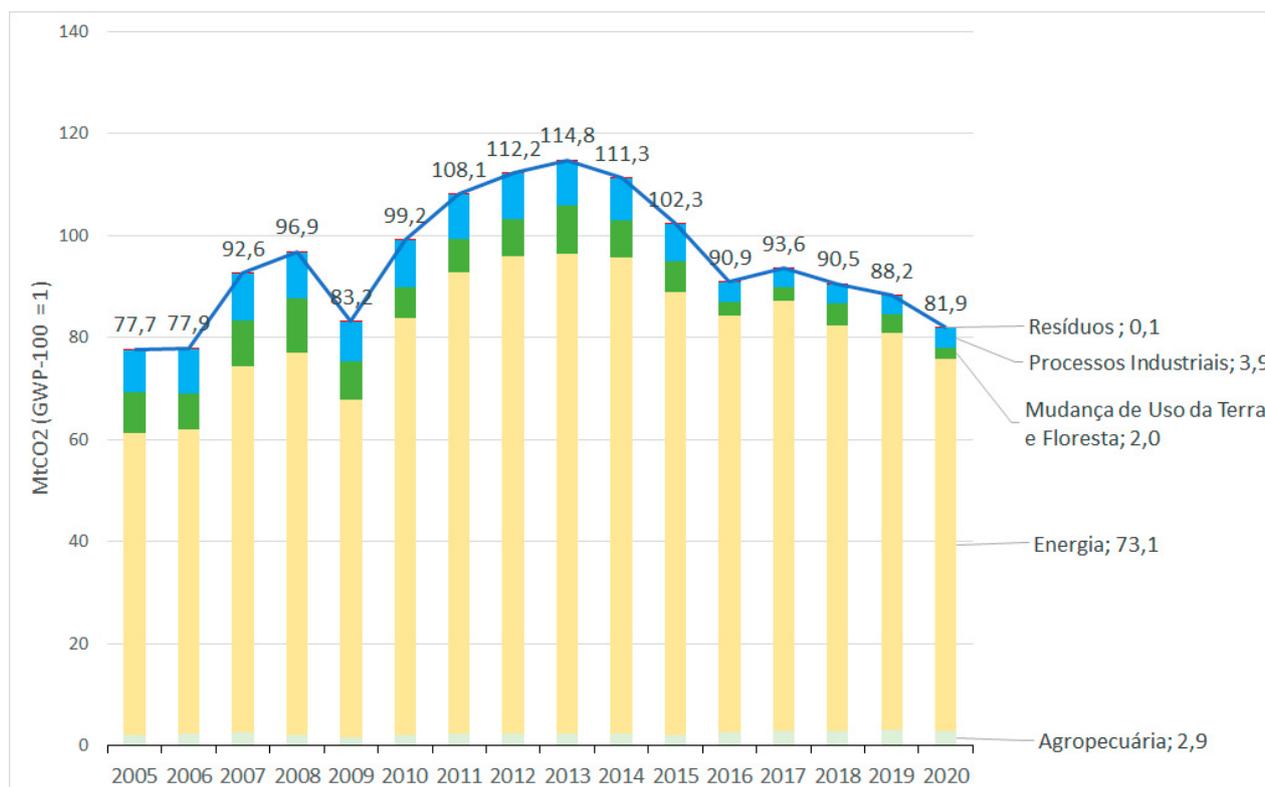
Médias móveis trienais por subsetor entre os anos 2005 e 2020 (SIMA/AMC, 2022)



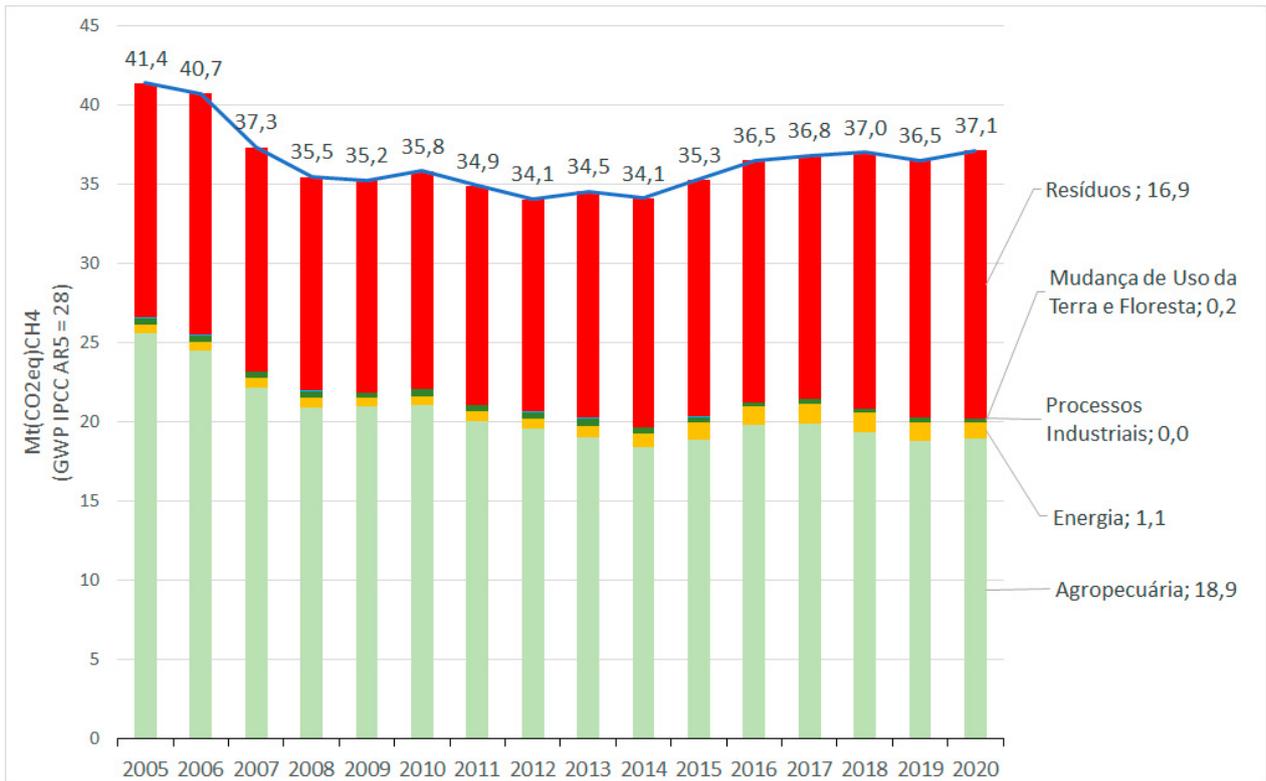
## 7.2. Análise por tipo Gás de Efeito Estufa

A figura a seguir apresenta as emissões líquidas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para o Estado de São Paulo. Numa escala equivalente à metade das emissões de CO<sub>2</sub> (cerca de 40 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente ao ano), o gás metano (CH<sub>4</sub>), conforme a próxima figura, proveniente principalmente da fermentação entérica bovina (agropecuária) e dos aterros sanitários (resíduos), teve uma pequena redução. Isso se deve ao deslocamento da pecuária para outros estados, dentre outros fatores. O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) também vem principalmente da agropecuária, por dejetos animais e pela aplicação de fertilizantes nitrogenados ao solo. A flutuação nos processos industriais pode ser atribuída a uma mudança tecnológica, que promoveu considerável abatimento. Pode-se notar também pela escala do gráfico que, em termos comparativos, essas emissões equivalem à metade das de metano e a um quarto das de dióxido de carbono.

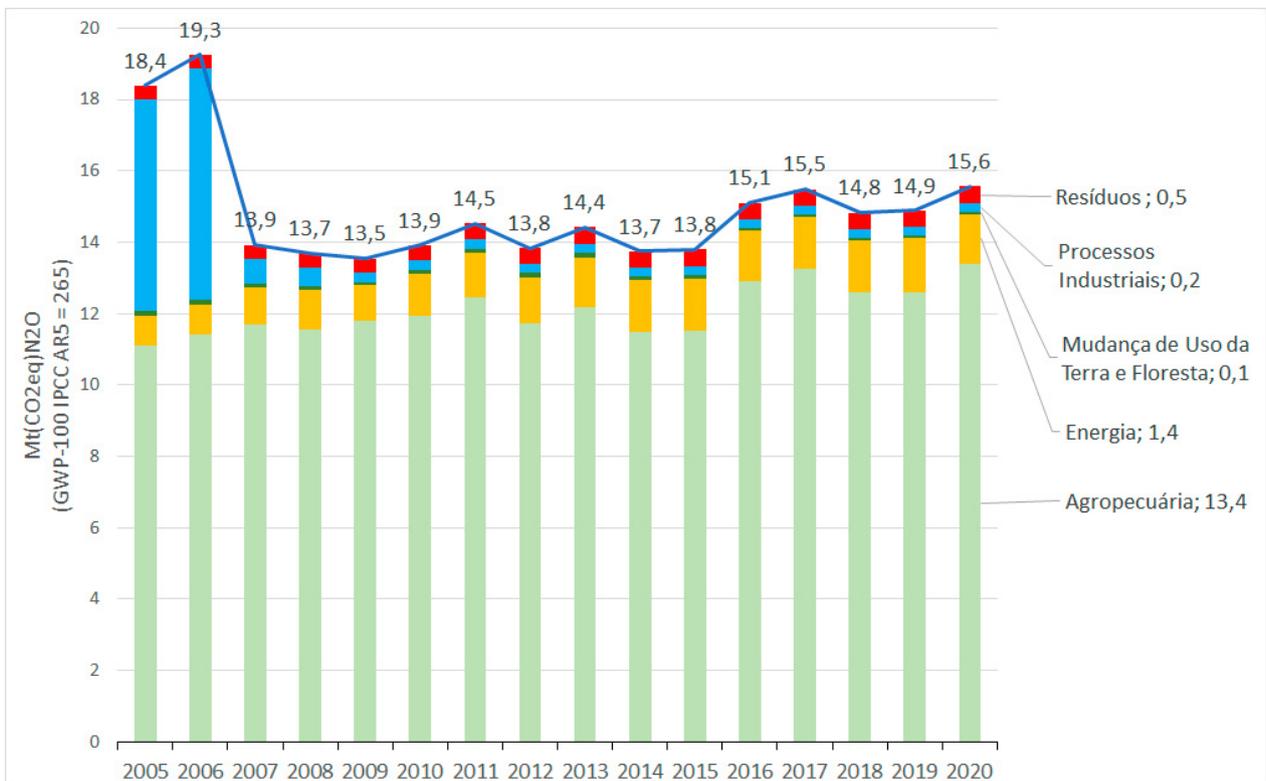
*Emissões líquidas de CO<sub>2</sub> por setor no Estado de São Paulo (ESP), 2005 a 2020. (SIMA/AMC, 2022)*



Emissões de CH<sub>4</sub> (metano) por setor no ESP, 2005 a 2020, base SEEG (2021)

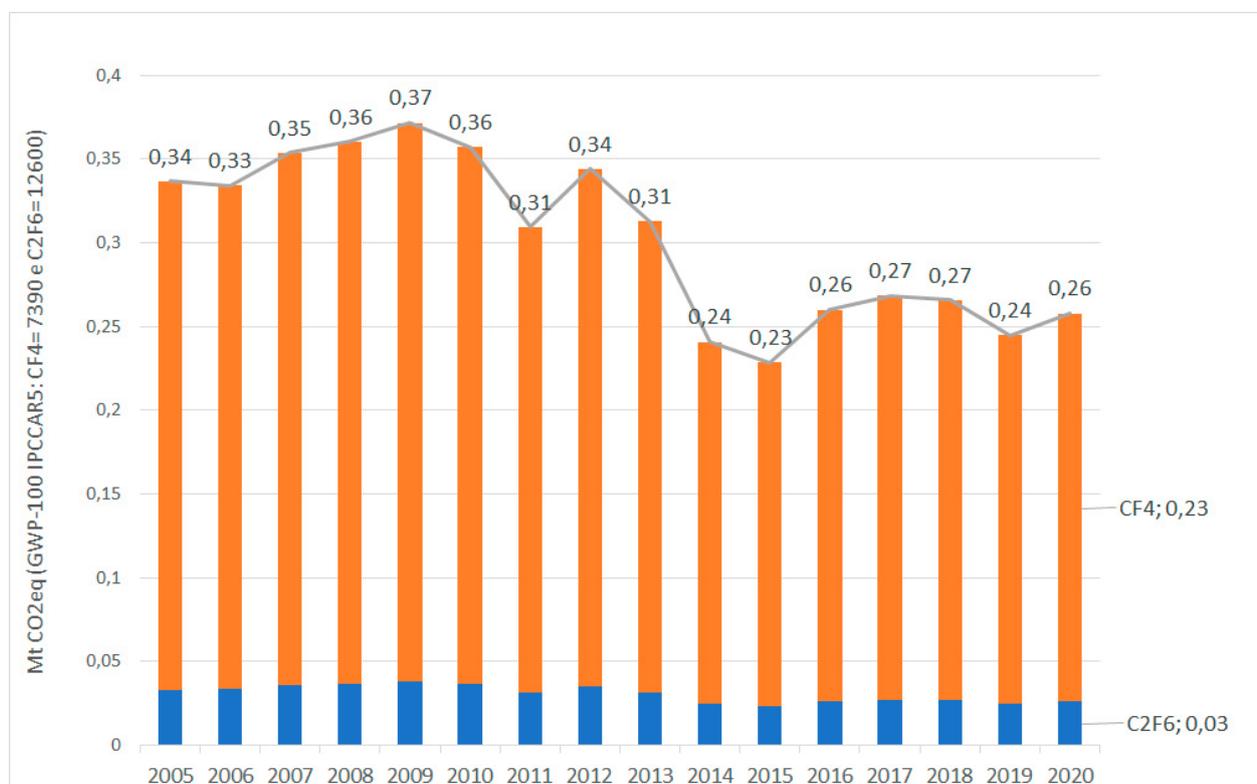


Emissões de N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) por setor no ESP, 2005 a 2020, base SEEG (2021)



Poucos gases industriais da categoria dos fluorados - ou gases F - constam do inventário do SEEG 2020. Dos perfluorcarbonos (PFCs), o SEEG apresenta para o Estado de São Paulo estimativas das emissões de tetrafluorometano (CF<sub>4</sub>, com GWP-100 de 7.390) e hexafluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, GWP-100 de 12.600), associados à produção de alumínio pela tecnologia Soderberg. Mesmo com potencial de aquecimento global bastante elevado, as emissões em CO<sub>2</sub> equivalente relativamente são muito baixas. Os importantes hidrofluorcarbonetos (HFCs) utilizados em aparelhos de ar condicionado e refrigeração, não constam dessa estimativa e se tornam, portanto, uma lacuna a ser preenchida. Também não há registros do hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), isolante térmico utilizado em equipamentos de energia elétrica.

*Emissões dos PFCs (perfluorcarbonos): CF<sub>4</sub> (tetrafluorometano) e C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> (hexafluoroetano) no Estado, 2005 a 2020, base SEEG (2021)*



Fora do escopo da presente análise, o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC ou COVNM) são precursores do efeito estufa por possuírem influência nas reações químicas que ocorrem na atmosfera. Para registro, o SEEG apresenta as emissões de NO<sub>x</sub> pela queima de combustíveis e de COVNM emitidos na indústria química e nos combustíveis redutores (carvão vegetal e coque de carvão mineral) para a produção de metais. Também não estão incluídos os clorofluorcarbonos (CFCs), gases regulados pelo Protocolo de Montreal.

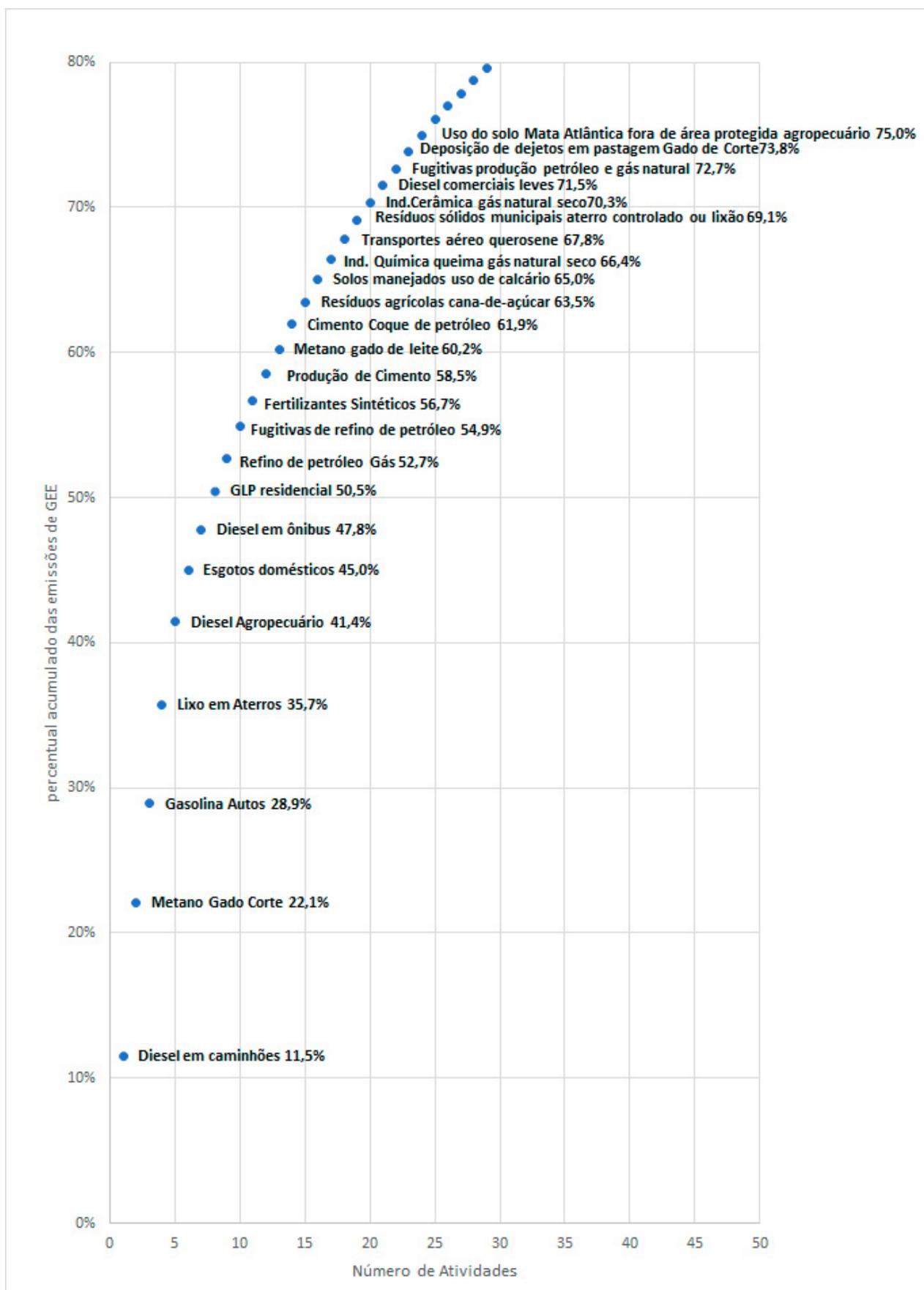
### 7.3. Maiores emissores - subsetores

A análise dos maiores emissores permite identificar os pontos prioritários para políticas e medidas de mitigação, sempre tomando-se o cuidado para não deixar de lado setores emergentes com grande potencial de impacto, como a cadeia de óleo e gás. Os efeitos das medidas de mitigação podem ser sentidos tanto no longo prazo, pela transição tecnológica, por exemplo, quanto imediatamente, evitando-se o comprometimento ou o efeito lock-in, aprisionamentos tecnológico, regulatório ou contratual que causam dependência e custos adicionais substanciais. A tabela e a figura a seguir mostram a curva ABC das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Estado de São Paulo no ano de 2020 (SEEG, 2021). De um total de 371 atividades inventariadas, 8 perfazem 50% do total, 24 correspondem a 75% e 54 atingem 90% das emissões de CO<sub>2</sub>e. Os restantes 10% são compostos por 317 atividades.

*Emissões no ano de 2020, comparadas com as do ano 2005 (base da PEMC), até o terceiro quartil (75% acumulados) por subsetores e setores (Energia, Agropecuária, Resíduos; Processos Industriais e Uso de Produtos, Mudança de Uso da Terra e Florestas). (SIMA/AMC, 2022)*

n	Setor	Subsetor	Emissões (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação 2020 / 2005	Participação em 2020	
			2005	2020	dif.		relativa	acumulada
1	ENE	Diesel em caminhões	13,9	16,4	2,4	17%	11,5%	11,5%
2	AGR	Gado de corte fermentação entérica	19,3	15,0	- 4,3	-22%	10,6%	22,1%
3	ENE	Gasolina em automóveis	9,6	9,7	0,1	1%	6,8%	28,9%
4	RES	Metano em aterros sanitários	5,3	9,6	4,4	83%	6,8%	35,7%
5	ENE	Diesel de uso agropecuário	5,1	8,1	3,1	60%	5,7%	41,4%
6	RES	Metano efluentes líquidos domésticos	4,5	5,1	0,7	15%	3,6%	45,0%
7	ENE	Diesel nos ônibus	4,3	3,9	- 0,4	-9%	2,8%	47,8%
8	ENE	GLP, gás de botijão residencial	3,7	3,8	0,1	3%	2,7%	50,5%
9	ENE	Gás de refinaria	3,8	3,1	- 0,7	-17%	2,2%	52,7%
10	ENE	Fugitivas no refino de petróleo	3,0	3,1	0,1	4%	2,2%	54,9%
11	AGR	Fertilizantes sintéticos, aplicação	1,6	2,6	1,0	59%	1,8%	56,7%
12	PIUP	Cimento, processos industriais	2,2	2,5	0,4	17%	1,8%	58,5%
13	AGR	Gado de leite, fermentação entérica	4,1	2,5	- 1,6	-39%	1,8%	60,2%
14	ENE	Coque de petróleo, indústria cimento	-	2,4	2,4		1,7%	61,9%
15	AGR	Resíduos da cana, metano	0,6	2,2	1,6	288%	1,5%	63,5%
16	AGR	Uso de calcário agrícola	1,6	2,2	0,6	35%	1,5%	65,0%
17	ENE	Gás natural, indústria química	-	2,0	2,0		1,4%	66,4%
18	ENE	Querosene de aviação	2,7	2,0	- 0,7	-27%	1,4%	67,8%
19	RES	Aterro controlado ou lixão, metano	4,7	1,9	- 2,8	-59%	1,4%	69,1%
20	ENE	Gás natural na indústria cerâmica	-	1,7	1,7		1,2%	70,3%
21	ENE	Diesel em veículos comerciais leves	1,1	1,7	0,6	52%	1,2%	71,5%
22	ENE	Fugitivas, exploração de óleo e gás	0,0	1,7	1,6	3663%	1,2%	72,7%
23	AGR	Dejetos em pastagens, gado de corte	2,1	1,6	- 0,4	-21%	1,2%	73,8%
24	MUTF	Uso da terra, Mata Atlântica fora de área protegida, mudanças entre usos agropecuários	1,3	1,6	0,3	20%	1,1%	75,0%

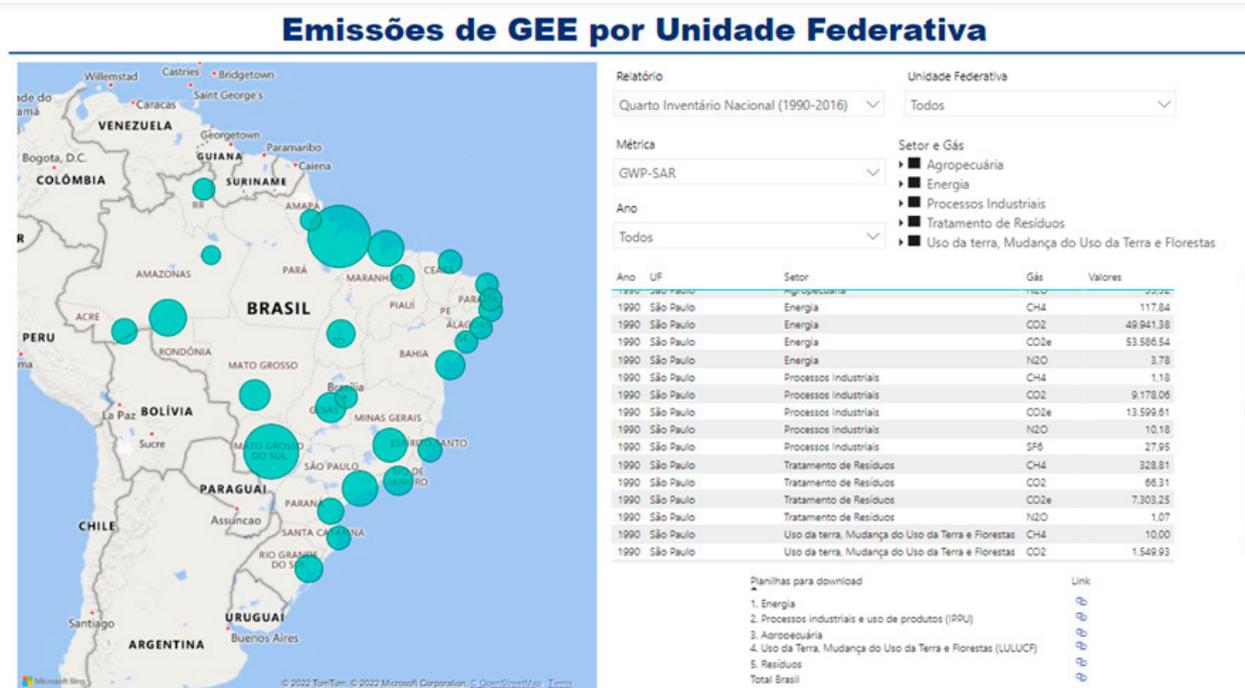
Curva ABC dos subsetores emissores de gases de efeito estufa (GEE) do Estado de São Paulo no ano 2020, base SEEG (2021), três primeiros quartis (75%) acumulados. (SIMA/AMC, 2022)



## 7.4. Checagem de Consistência - SEEG x Comunicação Estadual x SIRENE

Como já relatado, o Estado de São Paulo passará a utilizar os dados do SEEG para monitorar suas emissões. Tendo em vista a iniciativa federal de instituir o Sistema de Registro Nacional de Emissões - SIRENE (MCTI, 2021), este relatório aqui se propõe a checar a consistência entre as plataformas para compreender melhor perdas e ganhos da opção de São Paulo em seguir o SEEG e como este pode dialogar com a estratégia nacional de monitoramento. O Governo Federal lançou recentemente o SIRENE como instrumento oficial para a disponibilização de resultados de emissões de gases de efeito estufa no país, reconhecido como um sistema de MRV (mensuração, relato e verificação). São apresentados, atualmente, os resultados de emissões entre os anos 1990 e 2016 para os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, HFC-23, HFC125, HFC134a, HFC143a, HFC152a, SF<sub>6</sub>, CO (monóxido de carbono), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio) e NMVOC (sigla em inglês para compostos orgânicos voláteis não - metânicos) para os setores do IPCC de Resíduos, Agropecuária, Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Floresta, Energia e Processos Industriais). A subsetorização do SIRENE está disponível com alguns dados para o Estado de São Paulo. As tabelas a seguir comparam os dados do SIRENE com os do SEEG e os da Comunicação Estadual para o ano de 2010 (comum de referência) e entre as duas primeiras fontes para o ano de 2016 (último disponível). A Primeira Comunicação Estadual (CETESB, 2013a) aponta para os anos 2005 e 2008 emissões para o HFC-134a e SF<sub>6</sub>. O SIRENE apresenta para São Paulo apenas as emissões de SF<sub>6</sub>, até o ano 2016. As diferenças são muito pequenas.

*Facsimile da página do SIRENE. Fonte MCTI, 2021.*



Quadro comparativo de emissões líquidas de gases de efeito estufa (milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ou MtCO<sub>2</sub>eq pelo GWP-100 SAR) para o Estado de São Paulo conforme três inventários: (i) Comunicação Estadual ou CE (CETESB, 2011) último ano 2008 exceto MUTF até 2015 e apenas com CO<sub>2</sub> (CETESB, 2019); SIRENE (MCTI, 2021), com dados até 2016 e SEEG (2021), atualizado até 2020. O ano 2005, base da PEMC, é o único totalmente presente nas três fontes. Valores com zero (0,0) são arredondamentos, enquanto traços (-) são valores não informados. O GWP-100 SAR é a conversão adotada pela Comunicação Estadual e SIRENE, também disponibilizada pelo SEEG. (SIMA/AMC, 2022)

Emissões de todos os gases de efeito estufa (MtCO <sub>2</sub> eq, GWP-100 SAR)	Fonte de dados	Energia	Processos Industriais	Agropecuária	Resíduos	Mudança do Uso da Terra e Florestas	Total
2005	CE	80,0	20,1	29,8	9,4	-3,4	135,9
	SIRENE	72,9	21,4	35,2	11,6	7,8	148,9
	SEEG	60,8	15,5	34,2	11,6	8,4	130,5
2008	CE	87,1	nd	28,7	29,8	0,5	146,1
	SIRENE	79,0	17,9	32,7	10,1	-13,1	126,6
	SEEG	76,7	10,0	31,2	10,7	11,2	139,8
2010	SIRENE	83,5	17,3	33,4	11,0	-14,8	130,4
	SEEG	83,5	9,7	31,8	10,9	6,7	142,6
2015	CE	-	-	-	-	-12,3	-
	SIRENE	92,3	16,2	31,7	13,8	-7,8	146,2
	SEEG	89,5	7,7	29,7	11,8	6,4	145,1
2016	SIRENE	89,1	13,1	34,2	14,3	-1,8	148,9
	SEEG	84,3	4,5	32,6	12,0	2,7	136,1
2020	SEEG	75,5	4,4	32,7	13,3	2,2	128,1

Quadro comparativo de emissões líquidas de dióxido de carbono (milhões de toneladas ou MtCO<sub>2</sub>) para o Estado de São Paulo nos anos 2005, 2010, 2016 e 2020 conforme três inventários. (SIMA/AMC, 2022).

<b>Emissões de dióxido de carbono (MtCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Fonte de dados</b>	<b>Energia</b>	<b>Processos Industriais</b>	<b>Agropecuária</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Mudança do Uso da Terra e Florestas</b>	<b>Total</b>
<b>2005</b>	CE	78,6	12,7	1,5	0,0	-3,4	89,4
	SIRENE	68,8	13,9	2,1	0,0	7,8	92,6
	SEEG	59,4	8,3	2,0	0,1	7,9	77,7
<b>2008</b>	CE	85,3	12,2	1,5	0,0	0,5	99,5
	SIRENE	74,9	16,4	2,0	0,0	-13,2	80,1
	SEEG	75,0	9,0	2,0	0,1	10,7	96,8
<b>2010</b>	CE	-	-	-	-	-8,4	-8,4
	SIRENE	79,3	16,1	2,1	0,0	-15,0	82,5
	SEEG	81,7	9,1	2,1	0,1	6,3	99,3
<b>2015</b>	SIRENE	87,8	14,5	2,1	0,0	-7,9	96,5
	SIRENE	87,8	14,5	2,1	0,0	-7,9	96,5
	SEEG	87,0	7,2	2,1	0,0	6,0	102,3
<b>2016</b>	SIRENE	84,6	11,4	2,7	0,0	-2,0	96,7
	SEEG	81,8	4,0	2,7	0,0	2,5	91,0
<b>2020</b>	SEEG	73,1	3,9	2,9	0,1	2,0	82,0

Quadro comparativo de emissões de metano (MtCO<sub>2</sub>eq GWP 100 SAR) para o Estado de São Paulo nos anos 2005, 2010, 2016 e 2020 conforme os três inventários. (SIMA/AMC, 2022)

Emissões de metano (CH <sub>4</sub> em MtCO <sub>2</sub> eq GWP-100 SAR)	Fonte de dados	Energia	Processos Industriais	Agropecuária	Resíduos	Mudança do Uso da Terra e Florestas	Total
<b>2005</b>	CE	0,6	0	16,6	9,3	-	26,5
	SIRENE	0	0	0,9	0,5	0	1,4
	SEEG	0,6	0	20,5	5,7	0,8	27,6
<b>2008</b>	CE	0,7	0	14,2	9,2	-	24,1
	SIRENE	0	0	0,8	0,5	3,4	4,7
	SEEG	0,5	0	17,2	11,1	0,3	29,1
<b>2010</b>	SIRENE	0,1	0	0,8	0,5	0	1,4
	SEEG	0,5	0	17,3	11,4	0,3	29,5
<b>2016</b>	SIRENE	0,1	0	0,7	0,7	0	1,5
	SEEG	0,9	0	16,3	12,3	0,2	29,7
<b>2020</b>	SEEG	0,9	0	15,5	13,9	0,2	30,5

Quadro comparativo de emissões de óxido nitroso (milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ou MtCO<sub>2</sub>eq pelo GWP-100 SAR) para o Estado de São Paulo nos anos 2005, 2010, 2016 e 2020 conforme os três inventários. (SIMA/AMC, 2022)

Emissões de óxido nitroso (N <sub>2</sub> O em MtCO <sub>2</sub> eq GWP-100 SAR)	Fonte de dados	Energia	Processos Industriais	Agropecuária	Resíduos	Mudança do Uso da Terra e Florestas	Total
2005	CE	0,9	22,8	11,8	0	-	-
	SIRENE	0	0	0	0	0,0	0
	SEEG	13	1	0,1	7	0,4	13
2008	CE	0,9	-	11,8	0	-	-
	SIRENE	0	0	0	0	0,0	0
	SEEG	13,5	1,3	0,2	0,6	0,5	13,5
2010	SIRENE	0	0	0	0	0,0	0
	SEEG	14	1,4	0,1	0,3	0,5	14
2016	SIRENE	0	0	0	0	0	0
	SEEG	15,1	1,7	0,1	0,3	0,5	15,1
2020	SEEG	15,7	1,6	0,1	0,3	0,6	15,7

Quadro comparativo de emissões de gases F (milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ou MtCO<sub>2</sub>eq pelo GWP-100 SAR, setor de Processo Industriais e Uso de Produtos PIUP) para o Estado de São Paulo nos anos 2005, 2010, 2016 e 2020 conforme os três inventários. A tabela não apresenta totalizações por conta de sua inconsistência: não há dados para os mesmos gases e anos. (SIMA/AMC, 2022) .

Emissões de Gases F (MtCO <sub>2</sub> eq GWP-100 SAR)	Fonte de dados	HFC-134a	SF <sub>6</sub>	CF <sub>4</sub> (PFC)s	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (PFCs)
2005	CE	0,79	0,05	-	-
	SIRENE	-	0,04	-	-
	SEEG	-	-	0,03	0,07
2008	CE	1,23	0,05	-	-
	SIRENE	-	0,05	-	-
	SEEG	-	-	0,03	0,07
2010	SIRENE	-	0,05	-	-
	SEEG	-	-	0,03	0,07
2016	SIRENE	-	0,06	-	-
	SEEG	-	-	0,02	0,05
2020	SEEG	-	-	0,02	0,05

Para se ter uma ideia básica para os gases F em São Paulo, pode-se atribuir um percentual ao total nacional informado pelo SEEG. As tabelas a seguir adotam, por exemplo, a proporção entre produtos econômicos nacional e paulista, obtidos da Fundação SEADE (2022).

*Emissões de gases fluorados para o Brasil e São Paulo, em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (IPCC GWP-100 SAR) conforme o SEEG (2021) e atribuição proporcional ao PIB. (SIMA/AMC, 2022 a partir de SEADE, 2022)*

Brasil (SEEG, 2009)	MtCO <sub>2</sub> eq				
	2005	2008	2010	2016	2020
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	0,09	0,09	0,05	0,03	0,03
CF <sub>4</sub>	0,81	0,74	0,50	0,26	0,25
HFC 125	0,35	0,85	1,40	1,96	2,48
HFC134a	5,27	4,50	9,14	10,82	12,96
HFC143a	0,35	1,17	1,77	2,47	3,13
HFC152a	0,02				
HFC23					
HFC32		0,03	0,07	0,12	0,16
SF <sub>6</sub>	0,15	0,16	0,18	0,22	0,24
<b>Total gases F</b>	<b>7,04</b>	<b>7,53</b>	<b>13,12</b>	<b>15,88</b>	<b>19,25</b>
<b>PIB SP/BR (SEADE, 2022)</b>	<b>34,2%</b>	<b>33,5%</b>	<b>33,3%</b>	<b>32,5%</b>	<b>31,8%</b>

SP, pelo % do PIB (AMC/SIMA, 2022)	MtCO <sub>2</sub> eq				
	2005	2008	2010	2016	2020
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
CF <sub>4</sub>	0,28	0,25	0,17	0,08	0,08
HFC 125	0,12	0,28	0,47	0,64	0,79
HFC134a	1,80	1,51	3,05	3,52	4,12
HFC143a	0,12	0,39	0,59	0,80	1,00
HFC152a	0,01	-	-	-	-
HFC23	-	-	-	-	-
HFC32	-	0,01	0,02	0,04	0,05
SF <sub>6</sub>	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
<b>Total gases F</b>	<b>2,41</b>	<b>2,53</b>	<b>4,37</b>	<b>5,16</b>	<b>6,12</b>

Dessa forma, há alguma consistência entre as fontes, mas nada que justifique a substituição da base SEEG por outra até o momento.

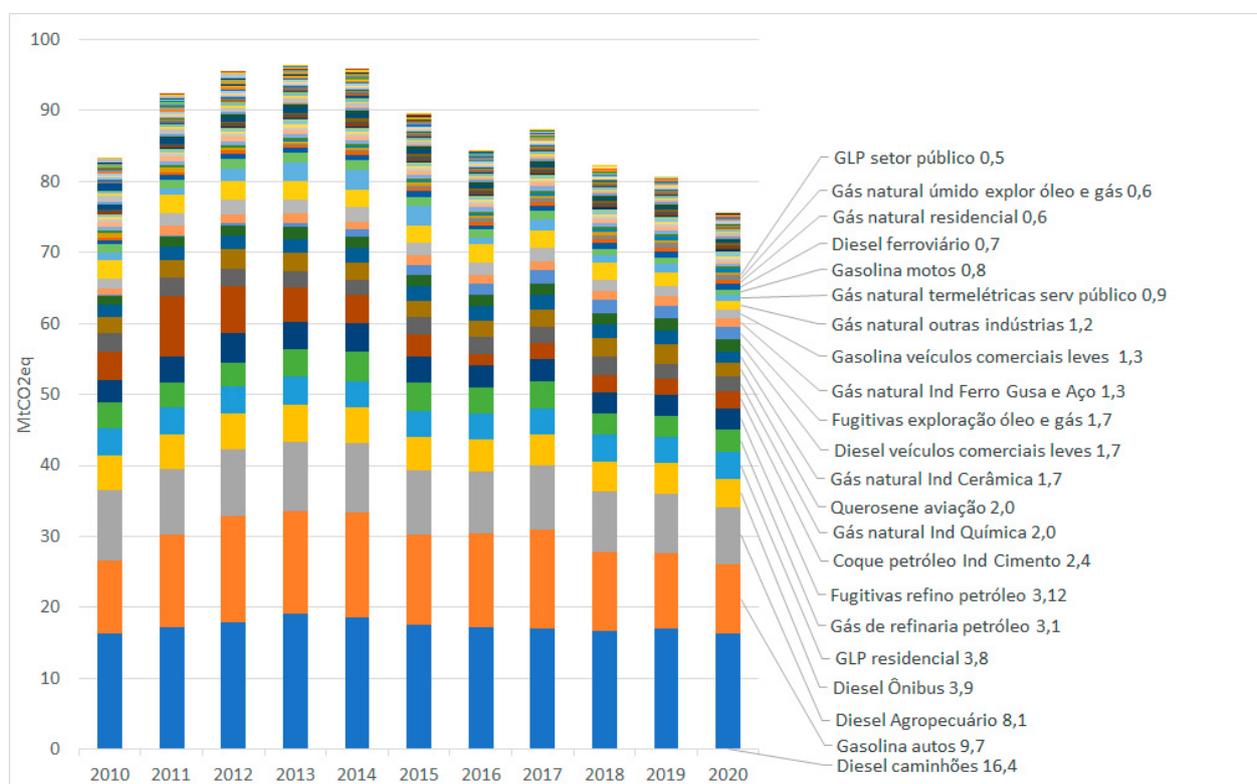
## 7.5. Setor Energia

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas ao setor de energia são provenientes da queima de combustíveis fósseis, tanto em atividades associadas à produção de energia, quanto no uso final dessa energia. Além disso, em menor escala, também existem as emissões fugitivas, resultantes do escape de GEE durante processos de produção de combustíveis, como o vazamento de metano na exploração de petróleo e gás natural.

Nas estimativas do SEEG os setores de Energia e Processos Industriais (PIUP) ainda utilizam a metodologia da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC. As atualizações provenientes da Quarta Comunicação Nacional estão sendo endereçadas conforme revisão técnica citada anteriormente e serão concretizadas na próxima coleção do SEEG. De todo modo, avalia-se que a diferença no total de emissões estimado por meio das metodologias da Terceira e da Quarta Comunicação Nacional tem pouca expressão nesses dois setores.

Em 2020, 95% das emissões e suas variações em relação a 2005 e 2010 são apresentadas na tabela a seguir. Nota-se um crescimento substancial das emissões no setor de exploração de petróleo e gás.

*Emissões do setor de Energia, por subsetor, de 2010 a 2020. (SIMA/AMC, 2022) a partir de SEEG (2021)*



*Resumo comparativo das emissões brutas do setor de Energia (recorte em 95% em 2020), por subsetor, de 2005 a 2020. (SIMA/AMC, 2022)*

n	Subsetor	Emissão GEE (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		% em 2020	
		2005	2010	2020	2020/ 2005	2020/ 2010	relativo	acumulado
1	Diesel caminhões	13,95	16,38	16,36	17,3%	-0,1%	21,7%	21,7%
2	Gasolina automóveis	9,62	10,20	9,67	0,5%	-5,2%	12,8%	34,5%
3	Diesel agropecuário	5,06	10,00	8,12	60,5%	-18,9%	10,8%	45,2%
4	Diesel ônibus	4,30	4,77	3,91	-8,9%	-17,9%	5,1%	50,4%
5	GLP residencial	3,67	3,86	3,78	3,0%	-2,0%	5,0%	55,4%
6	Gás de refinaria	3,80	3,64	3,14	-17,4%	-13,6%	4,2%	59,6%
7	Fugitivas refino petróleo	2,98	3,14	3,12	4,5%	-0,6%	4,1%	63,7%
8	Ind Cimento coque de petróleo	-	4,14	2,40	-	-42,1%	3,2%	66,8%
9	Ind Química gás natural	-	2,47	1,97	-	-20,5%	2,6%	69,5%
10	Querosene Aeronaves	2,67	2,25	1,95	-26,8%	-13,1%	2,6%	72,0%
11	Ind Cerâmica gás nat	-	1,73	1,70	-	-2,0%	2,3%	74,3%
12	Diesel comerciais leves	1,10	1,31	1,67	51,7%	27,4%	2,2%	76,5%
13	Fugitivas exploração de óleo e gás	0,04	0,08	1,65	3663,5%	1920,5%	2,2%	78,7%
14	Indústria Ferro Gusa e Aço gás natural	-	0,99	1,27	-	27,2%	1,7%	80,4%
15	Gasolina comerciais leves	1,47	1,34	1,25	-14,6%	-6,5%	1,7%	82,0%
16	Indústrias Outras - gás natural	-	2,61	1,15	-	-55,9%	1,5%	83,6%
17	Centrais Elétricas de Serv Público gás natural	0,39	1,09	0,92	137,5%	-16,0%	1,2%	84,8%
18	Gasolina motocicletas	0,53	1,13	0,78	48,1%	-30,7%	1,0%	85,8%
19	Diesel locomotivas	0,78	0,62	0,74	-4,6%	20,5%	0,98%	86,78%

*(continua)*

## Resumo (continuação)

n	Subsetor	Emissão GEE (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		% em 2020	
		2005	2010	2020	2020/ 2005	2020/ 2010	relativo	acumulado
20	Residencial gás natural	-	0,35	0,65	-	85,2%	0,9%	87,6%
21	Exploração óleo e gás, gás natural úmido	0,01	0,00	0,55	6670,9%	20598,1%	0,7%	88,4%
22	GLP Público	0,48	0,71	0,46	-4,3%	-36,1%	0,6%	89,0%
23	Expl óleo e gás, GN úmido Centrais Elétricas Autoprodutoras	0,00	0,00	0,42	15125,2%	15338,7%	0,6%	89,6%
24	Álcool hidratado automóveis	0,13	0,36	0,42	211,9%	16,7%	0,6%	90,1%
25	Gasolina C automóveis	0,50	0,45	0,40	-18,6%	-9,5%	0,6%	90,6%
26	Gás natural automóveis	-	0,77	0,38	-	-50,1%	0,5%	91,1%
27	Ind Papel Celul gás nat	-	0,26	0,34	-	33,0%	0,5%	91,6%
28	Refino petróleo gás refinaria Centrais Elétr Autoprodutoras	0,15	0,34	0,34	129,8%	-1,7%	0,4%	92,0%
29	Diesel automóveis	0,04	0,14	0,32	629,8%	131,9%	0,4%	92,5%
30	Ind Alimentos e Bebidas Diesel	0,09	0,23	0,32	268,8%	40,3%	0,4%	92,9%
31	Gás refinaria Ind Quím	0,07	0,09	0,32	367,3%	263,6%	0,4%	93,3%
32	GLP Ind Cerâmica	0,19	0,20	0,31	62,1%	56,2%	0,4%	93,7%
33	GLP Comercial	0,30	0,34	0,30	1,8%	-11,3%	0,4%	94,1%
34	Diesel Expl Óleo e Gás	0,00	0,02	0,30	13670,6%	1160,9%	0,4%	94,5%
35	Gás nat Ind Não Ferrosos e outros da Metalurgia	-	0,68	0,29	-	-57,1%	0,4%	94,9%
36	GLP Ind Química	0,03	0,12	0,28	749,3%	143,0%	0,4%	95,3%

Os transportes são responsáveis pela maior parte das emissões em São Paulo. Alguns comportamentos no período 2010-2020 podem ser observados a partir dos dados (contemplando ainda o ano pré-pandemia, de 2019):

- a queima de óleo diesel permaneceu constante nos caminhões, sofreu um decréscimo nos ônibus e um aumento nos veículos comerciais leves;
- o comportamento do consumo de diesel ferroviário também cresceu, o que infere um maior deslocamento de cargas e menor de passageiros (já que não houve grandes mudanças tecnológicas nos transportes de carga);
- o uso de gasolina nos automóveis também não se alterou, mesmo com a consolidação da frota flex; nos comerciais leves a preferência por esse combustível diminuiu; houve redução também nas motos (aqui pode se associar a um aumento da eficiência energética

e no relativo consumo de álcool hidratado nos veículos leves);

- constatou-se no ano 2020 uma brusca queda nas emissões pelo querosene de aviação, o que se justifica pela pandemia de Covid-19;

- a despeito do que ocorreu no país, no Estado de São Paulo o consumo de etanol aumentou e o da gasolina diminuiu, entre 2011 e 2020, (SIMA, 2021b), num esforço que merece ser registrado.

Nos setores Comercial, Residencial e Público constatou-se que:

- no setor Residencial houve uma considerável expansão no uso de gás natural e uma estabilização no de GLP;

- o GLP de uso no setor Comercial manteve-se constante enquanto o do setor público diminuiu; o gás natural para autoprodução de eletricidade comercial expandiu, mas o consumo bruto desse combustível reduziu.

O óleo diesel de uso Agropecuário é a categoria mais relevante após o diesel em caminhões e a gasolina em automóveis. As emissões reduziram um pouco ao longo da década, o que se pode atribuir a um fator da expansão da mecanização no campo, somado à contração das atividades geradas pela crise econômica.

Diversos setores da indústria paulista sofreram transformações na última década:

- houve um grande aumento nas emissões associadas à Exploração e Produção de Óleo e Gás; por outro lado as emissões associadas ao Refino de petróleo diminuíram, o que aponta a direção dos investimentos no setor;

- a Indústria de Cimento reduziu o (ainda elevado) consumo de coque de petróleo e, praticamente, eliminou o consumo de óleo combustível; em parte isso se deve à redução da produção (as emissões do setor Processos Industriais para o subsetor Cimento apontam uma queda de cerca de 22% na última década);

- a Indústria Química também teve um decréscimo de 22% nos níveis (preponderantes) de consumo de gás natural, mas aumentou consideravelmente o consumo de gás de refinaria e de gás liquefeito de petróleo (GLP); nesse período os consumos de óleos combustível e diesel e diminuíram;

- o setor Indústria de Ferro Gusa e Aço sofreu uma grande redução na produção por rota tecnológica integrada (na qual o combustível também é processado, sendo esta constatada pelo consumo de reductores fósseis e renováveis), ainda que tenha ampliado o uso de gás natural em 27%;

Resumidamente, as alternativas para abatimento das emissões do Setor Energia seriam:

- evitar comprometimento com opções carbono-intensivas - ou seja, tomar os devidos cuidados na hora de regulamentar, planejar, licenciar o rodoviarismo, os prédios ineficientes, as estruturas energéticas baseadas em petróleo e gás e todas as obras que perduram por muitas décadas, algo muito difícil de se reverter;
- a descarbonização da matriz, ou seja, a troca de energéticos fósseis por outros preferencialmente de origem renovável;
- um aumento da eficiência, tanto a energética propriamente dita sob conceitos termodinâmicos quanto a sistêmica, que abrange mudanças em hábitos e padrões de produção e consumo;
- oferecer reais oportunidades a novas tecnologias disruptivas, caso das atividades remotas e da mobilidade elétrica.

## 7.6. Setor Processos Industriais e Uso de Produtos

Mesmo com dificuldades metodológicas e lacunas de dados no procedimento de alocação de emissões por unidades da Federação, as informações do SEEG são as mais acuradas disponíveis até o momento para o setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP).

Neste setor são estimadas exclusivamente as emissões antrópicas resultantes dos processos produtivos da indústria que não são resultado da queima de combustíveis, sendo estas relatadas no Setor de Energia, e nem das emissões pela disposição de resíduos industriais, relatadas no Setor de Resíduos do SEEG. As estimativas do SEEG para o setor estão estruturadas conforme os seguintes agrupamentos:

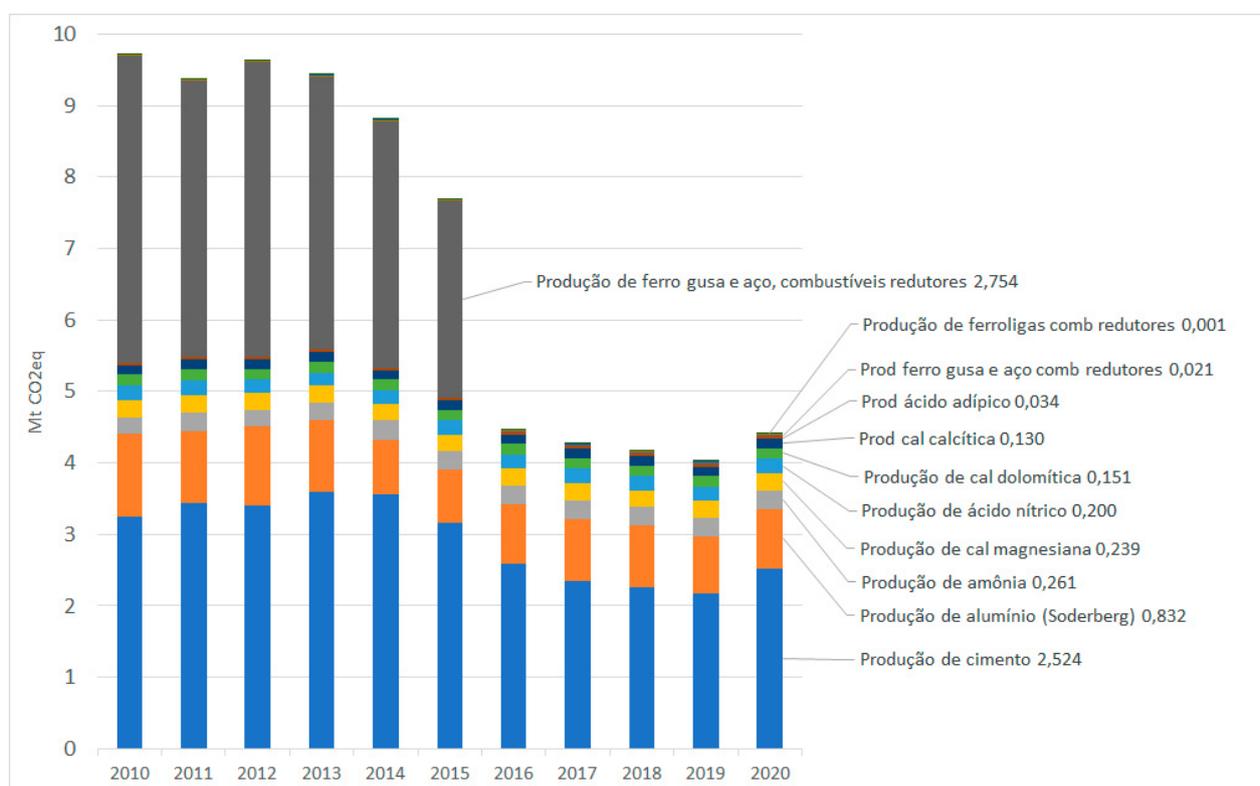
- Produção de metais: produção de ferro-gusa e aço, ferroligas, alumínio, magnésio e outros metais não-ferrosos ;
- Produtos minerais: produção de cal, cimento e vidro e consumo de barrilha;
- Indústria química: produção de ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrilonitrila, amônia, caprolactama, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno, coque de petróleo calcinado e outros petroquímicos;
- Emissões de hidrofluorcarbonos (HFCs);
- Uso de hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ) em equipamentos elétricos;
- Uso não energético de combustíveis e uso de solventes.

Nas estimativas do SEEG, os setores de Energia e PIUP ainda utilizam a metodologia da Terceira Comunicação Nacional. As atualizações provenientes da Quarta Comunicação Nacional estão sendo endereçadas e serão concretizadas na próxima coleção do SEEG.

De todo modo, avalia-se que a diferença no total de emissões estimado por meio das metodologias da Terceira e da Quarta Comunicação Nacional tem pouca expressão nesses dois setores. Foram considerados os dados oficiais disponíveis de maneira agregada em instituições de abrangência nacional e algumas hipóteses simplificadoras foram assumidas pelo SEEG-9 em 2021.

A tabela a seguir apresenta 100% das emissões calculadas de 2020 e suas variações em relação a 2005 e 2010. Nota-se redução substancial de emissões associadas à produção de ácido adípico, graças ao fato da única planta responsável pela produção nacional, localizada em Paulínia, ter adotado um sistema de controle de emissões a partir de 2007. Houve ainda um ajuste metodológico por parte do SEEG, de mudança de critério de alocação das emissões entre os estados da federação a partir de 2016, que influenciou as emissões atribuídas aos combustíveis reductores fósseis na produção de ferro gusa e aço.

*Emissões do setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP) , por subsetor, de 2010 a 2020. (SIMA/AMC, 2022) a partir de SEEG (2021)*



Observa-se que:

- na Indústria Química
  - houve uma queda vertiginosa - da ordem de 95% - nas emissões pela produção de ácido adípico após 2005 - principal emissor inventariado pelo SEEG em PIUP para São Paulo;
  - a produção de ácido nítrico caiu em mais de 60%, também após 2005;
  - a produção de amônia manteve-se estável;
  - ainda que de um patamar muito baixo, a produção de coque de petróleo calcinado

dobrou após 2005;

- na Produção de Metais
  - o Alumínio manteve-se ligeiramente estável;
  - Ferro Gusa e Aço despencou em 99% após 2015;
  - Ferroligas possuem emissões estáveis e praticamente desprezíveis
  
- os Produtos Minerais, tanto Cal quanto Cimento mantiveram-se estáveis; a Indústria de Cimento reduziu o ainda elevado consumo de coque de petróleo e praticamente eliminou o consumo de óleo combustível

Dentre as emissões deste setor que não puderam ser alocadas por Estado para o ano 2020, pode-se citar de forma relevante as de HFCs (19,89 MtCO<sub>2</sub>eq em todo o país). Bem menores foram as emissões decorrentes do uso de SF<sub>6</sub> em equipamentos elétricos (0,24 MtCO<sub>2</sub>eq nacionais). Nos processos não combustíveis levantados na Indústria Química, tem-se emissões estaduais não contabilizadas decorrentes da produção de Negro de Fumo (0,65 MtCO<sub>2</sub>eq nacionais); de Eteno e de Óxido de Eteno (0,30 e 0,16 MtCO<sub>2</sub>eq respectivamente), de Cloreto de Vinila (0,21 MtCO<sub>2</sub>eq) e, em patamares muito menores, de Ácido Fosfórico, Carbureto de Cálcio e Metanol. Na Produção de Metais, São Paulo não teve para si alocadas as emissões pela produção de Outros Não-Ferrosos (5,1 MtCO<sub>2</sub>eq nacionais). Em Produtos Minerais, não foram alocadas a São Paulo as emissões decorrentes do Consumo de Barrilha e da Produção de Vidro (0,51 e 0,12 MtCO<sub>2</sub>eq no país respectivamente). Tem-se, finalmente, as emissões associadas ao Consumo Final Não Energético de combustíveis pela Indústria (0,71 MtCO<sub>2</sub>eq no Brasil).

*Resumo comparativo das emissões brutas do setor de Processos Industriais e Uso de Produtos, por subsetor, de 2005 a 2020 (SIMA/AMC, 2022)*

n	Subsetor	Emissão GEE (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		Participação em 2020	
		2005	2010	2020	2020/2005	2020/2010	relativa	acumulada
1	Cimento	2,16	3,25	2,52	16,7%	-22,4%	57,3%	57,3%
2	Alumínio (Soderberg)	0,95	1,15	0,83	-12,4%	-27,8%	18,9%	76,1%
3	Amônia	0,26	0,23	0,26	2,3%	14,2%	5,9%	82,0%
4	Cal Magnesiana	0,22	0,25	0,24	7,5%	-3,0%	5,4%	87,5%
5	Ácido Nítrico	0,56	0,20	0,20	-64,3%	-0,3%	4,5%	92,0%
6	Cal Dolomítica	0,14	0,16	0,15	7,5%	-3,0%	3,4%	95,4%
7	Cal Calcítica	0,11	0,13	0,13	15,3%	0,4%	2,9%	98,4%
8	Ácido Adípico	5,38	0,03	0,03	-99,4%	0,0%	0,8%	99,1%
9	Ferro Gusa/Aço Comb Redut Fósseis	4,74	4,29	0,02	-99,6%	-99,5%	0,5%	99,6%
10	Ferro Gusa/Aço Comb Redut Renováveis	0,03	0,02	0,01	-65,4%	-55,2%	0,2%	99,8%
11	Coque Petróleo Calcinado	0,00	0,01	0,01	55,6%	-3,5%	0,1%	100,0%
12	Ferroligas Comb Redut Carvão vegetal	0,00	0,00	0,00	-4,7%	19,1%	0,0%	100,0%
	<b>TOTAL</b>	<b>14,56</b>	<b>9,72</b>	<b>4,41</b>	<b>-69,7%</b>	<b>-54,6%</b>	<b>100,0%</b>	

Os gases que compõem as emissões do setor estão detalhados na tabela a seguir, bem como a fonte principal para coleta de dados da atividade e a alocação no inventário de São Paulo.

*Estruturação das estimativas do Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP) pelo SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*

Subsetor	Processo	GEE			Fontes de dados	Alocado para SP?
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
<b>Indústria Química</b>						
Amônia	Produção	X			Abiquim (2015) (dado de 2014 extrapolado)	S (pela capacidade e instalada de 2014)
Ácido Nítrico				X		S (única planta do país)
Ácido Adípico		X		X		N
Metanol		X	X			
Etileno		X	X			
Dicloroetano e Cloreto de Vinila		X	X			
Óxido de Eteno		X	X			
Acrlonitrila		X	X			
Negro de Fumo		X	X			
Ácido Fosfórico		X				
Coque de Petróleo Calcinado				X		

## Estruturação... (continuação)

Subsetor	Processo	GEE			Fontes de dados	Alocado para SP?
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
<b>Produção de Metais</b>						
Alumínio	Soderberg	X			Abal (2021)	S
Ferro Gusa e Aço	Consumo de Combustíveis Redutores	X	X	X	IABr (2021), MME (2021b), MCTI (2014)	S
	Consumo de Calcário	X				N
	Consumo de Dolomita	X				N
Ferroligas e outros metais não-ferrosos	Consumo de combustíveis redutores em fornos	X			MME (2021a)	S
<b>Produtos Minerais</b>						
Cimento		X			SNIC (2021)	S (teor médio de clínquer nacional)
Cal	Produção	X			MME (2021a), Abiquim (2015) (dado de 2014 extrapolado)	S (distrib. de 2014 extrapolada)
Vidro		X				N
Barrilha	Consumo (para Vidro)	X			Abiquim (2015) (dado de 2014 extrapolado)	N

Subsetor	Processo	GEE			Fontes de dados	Alocado para SP?
		HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
<b>HFCs e SF<sub>6</sub></b>						
HFCs	Consumo	X			MCTI (2014) extrapolados a partir de 2010	N
SF <sub>6</sub>	Uso			X		N

O refinamento das informações poderá ser feito através de um trabalho mais intenso com a CETESB, caso os dados de licenciamento permitam. A prioridade seria certamente as informações sobre a produção estadual dos HFCs. Em seguida viriam Eteno e seus Óxidos, Negro de Fumo e Cloreto de Vinila. Uma investigação junto ao setor de Indústrias de Vidro poderia levantar com melhor precisão o consumo de barrilha ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), além das emissões do processo de descarbonatação (de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ ). Não é considerado prioritário estimar para São Paulo as emissões da categoria Consumo Final Não Energético - basicamente provenientes de compostos orgânicos voláteis (evaporados do álcool anidro e hidratado, do petróleo e seus solventes).

O SEEG, assim como todos os outros sistemas de inventários, produz estimativas. Algumas incertezas foram identificadas e são decorrentes da qualidade e disponibilidade dos dados. Via de regra, pela falta de dados mais precisos e atuais ou pela metodologia de alocação entre os estados. As notas metodológicas informam que “dada a complexidade dos cálculos necessários para consolidar o Sistema e devido à opção de usar apenas dados disponíveis de forma pública e gratuita, considerou-se necessário divulgar uma avaliação da qualidade dos dados. Assim, qualquer usuário ou leitor pode aferir a confiabilidade de cada cálculo e eventualmente contribuir para aumentar a robustez dos dados.” (SEEG, 2021)

Alguns pontos merecem atenção:

- Como informado anteriormente, a redução geral no setor, de quase 70% no período de 2005 a 2020, foi decorrente da mudança por parte do SEEG de seu critério de alocação do subsetor de Combustíveis Redutores Fósseis na Produção de Ferro Gusa e Aço entre os estados da federação, a partir de 2016. As emissões que anteriormente eram computadas somente em São Paulo passaram, por razões metodológicas do SEEG a adotar valores nacionais posteriormente distribuídos entre os demais estados produtores;

- A única planta responsável pela produção nacional de ácido adípico (HMD), em Paulínia, realiza o processo em dois estágios: oxidação do cicloexano para produzir a mistura cicloexanona / cicloexanol, seguida da oxidação do cicloexanol através do ácido nítrico; nesta última etapa é emitido óxido nitroso. Por meio de um projeto de controle de emissões foi construída uma instalação de decomposição térmica do  $\text{N}_2\text{O}$  em  $\text{N}_2$ , reduzindo drasticamente as emissões desse GEE a partir de 2007. Todas as emissões foram alocadas em São Paulo.

- O SEEG atribuiu para o Estado de São Paulo a totalidade das emissões nacionais de metano ( $\text{CH}_4$ ) pela produção de coque de petróleo calcinado.

Já a Comunicação Estadual (CETESB, 2011) adota os seguintes Subsetores do Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos, por conta das metodologias vigentes à época:

- Produção de Cimento: a emissão de  $\text{CO}_2$  oriunda da fabricação de cimento ocorre, em sua maior parte (90%), durante a produção do clínquer (material intermediário do cimento), seja na calcinação/descarbonatação da matéria-prima, seja com a queima de

combustíveis no interior do forno.

- **Produção de Cal:** Neste Subsetor, estão incluídas as emissões que ocorrem pela calcinação de calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), bem como as emissões resultantes da produção e consumo de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ou barrilha. Na indústria do vidro, siderúrgica e na produção de magnésio (Mg) também ocorrem emissões de  $\text{CO}_2$  por calcinação de calcário e dolomita. Na produção de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , podem ocorrer emissões de  $\text{CO}_2$  dependendo do processo produtivo, não sendo o caso no Brasil. Mas durante o consumo de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  em outras indústrias, como a do vidro, ocorre a emissão de  $\text{CO}_2$ .

- **Produção Química:** as emissões mais significativas são as de  $\text{CO}_2$ , resultantes da produção de amônia ( $\text{NH}_3$ ), as de  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{NO}_x$  durante a produção de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e as de  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{NO}_x$  resultantes da produção de ácido adípico ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ ). Pode ocorrer também a emissão de compostos orgânicos voláteis (VOC), na indústria petroquímica, durante a produção de outros produtos químicos.

- **Produção Metalúrgica:** inclui as siderúrgicas e ferroligas, onde ocorrem emissões de  $\text{CO}_2$  durante o processo de redução do minério de ferro, e a indústria de alumínio, onde ocorrem emissões de perfluorometano ( $\text{CF}_4$ ), perfluoroetano ( $\text{C}_2\text{F}_6$ ),  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{NO}_x$  (outras emissões relativas à siderurgia são relatadas nos Setores de Energia e de Produção de Cal). Na indústria de alumínio, ocorrem emissões de  $\text{CO}_2$  durante o processo de eletrólise. Pode ocorrer a emissão de outros GEE,  $\text{CF}_4$  e  $\text{C}_2\text{F}_6$ , se houver um aumento rápido de diferença de tensão, gerado pela diminuição do óxido de alumínio na cuba de produção. Dependendo da tecnologia empregada, podem ocorrer também, emissões de  $\text{CO}$  e  $\text{NO}_x$ .

- **Produção de Alimentos e Bebidas:** ocorrem emissões de COVs (VOC) durante os processos de transformação a partir de produtos primários, como por exemplo, a produção de açúcar, ração animal e cerveja.

- **Produção de Vidro:** as principais matérias-primas utilizadas como fonte de carbonato na indústria de vidro que emitem  $\text{CO}_2$  durante o processo de fusão são o calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), a dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) e a barrilha ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), além das de COVs.

- **Produção de Papel e Celulose:** há emissões durante o tratamento a que é submetida a polpa da madeira, dependendo do tipo de matéria prima utilizada e da qualidade do produto que se deseja obter; no Brasil, é utilizado principalmente o eucalipto como fonte de celulose e as emissões que ocorrem são de  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  e COV.

O Uso de Solventes e Outros Produtos inclui:

- **Emissões Fugitivas do Subsetor de Distribuição de Eletricidade:** o  $\text{SF}_6$  substitui o óleo no isolamento elétrico dos disjuntores dos transformadores. Trata-se de um gás não tóxico e refrigerante, não inflamável, que permitiu o desenvolvimento de equipamentos elétricos de alta capacidade e desempenho, mais compactos e seguros. Como o  $\text{SF}_6$  não é produzido no Brasil, as emissões para Inventário devem-se apenas a vazamentos nos equipamentos instalados no país.

- **Fabricação e Uso de Espumas:** esta indústria é composta por quatro subsetores: espumas rígidas, flexíveis, moldadas e de poliestireno. Os principais gases estimados são o CFC-11, o HCFC-141b e o HFC-134a. Devido à grande variedade de aplicação, vários segmentos da indústria utilizam Espumas como parte de seus produtos: automobilístico, moveleiro, construção civil, refrigeração e embalagens.

- **Uso de Aerossóis:** estes utilizam diversos propelentes, como o CO<sub>2</sub>, cloreto de metila (CH<sub>3</sub>Cl), dimetil éter (CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>), isobutano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) e cloreto de vinila (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl), além de novos propelentes sintéticos substitutos.

- **Uso de Solventes e Agentes de Limpeza:** a maior parte dos solventes utilizados no Brasil é derivada do refino do petróleo ou do processamento da nafta. Esses, por sua vez, são matéria-prima para as indústrias de adesivos, artefatos de borracha, cosméticos, defensivos agrícolas, detergentes, explosivos, embalagens, especialidades químicas, fibras sintéticas, pigmentos, corantes, plásticos, resinas, produtos de higiene e limpeza, química de base, tintas e vernizes.

- **Refrigeração e Ar-Condicionado:** este subsetor é o maior consumidor de substâncias químicas halogenadas usadas como refrigerantes (CFC, HCFC e HFC). Os CFC e HCFC, além de serem substâncias destruidoras da camada de ozônio, são também potentes GEE, razão pela qual a indústria utiliza substitutos, como os HFC, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> e os hidrocarbonetos (HC). Os HFC não contém cloro (Cl), por isso, não destroem a camada de ozônio, mas contribuem com o processo de aquecimento global.

Como já mencionado anteriormente, metodologicamente, este é o setor em que são alocadas as emissões que ocorrem em decorrência de processos de transformação física ou química na fabricação de produtos, sendo que as principais indústrias emissoras são a siderúrgica, a cimenteira e a química (que agrega a fabricação de diversos produtos químicos). Não são alocadas aqui as emissões relativas à queima de combustíveis para fins de geração de energia para as indústrias. A análise desses dados depende muito do rastreamento dos dados primários. Em alguns casos - HFCs e SF<sub>6</sub> por exemplo - houve extrapolações de dados de uma ou duas décadas atrás. Conclui-se a partir disso que há um ótimo a considerar entre o sigilo dos dados industriais e as informações mínimas necessárias para se inventariar emissões e se estabelecerem políticas coerentes de mitigação. A situação atual está longe disso.

Várias referências abrangem a mitigação das emissões nos Processos Industriais, que em resumo, ocorre:

- na mudança estrutural da economia, quando as indústrias menos competitivas dão lugar a outras mais limpas e modernas; e

- em mudanças tecnológicas, de processos, ganhos de eficiência e nas trocas de insumos;

- por atuação na cadeia de consumo - caso dos gases de refrigeração e ar condicionado, ou em técnicas mais avançadas na construção civil.

Algumas indústrias têm emissões chamadas de “difíceis de abater” e portanto são particularmente sensíveis a choques de regulação. Estes casos requerem um tratamento especial e individualizado, equilibrando a proteção de sua competitividade com a indução de mudanças. Há sempre a opção de compensação de emissões, tanto por soluções baseadas na natureza (como recomposição da vegetação) quanto de geoengenharia (como a captura e sequestro geológico de CO<sub>2</sub>). Há diversas soluções apresentadas nas publicações aqui citadas.

## 7.7. Setor de Resíduos

Para efeito de classificação, as estimativas de emissões de gases de efeito estufa pelo setor de Resíduos englobam os seguintes subsetores:

- disposição final de resíduos sólidos (em aterros sanitários controlados ou lixões);
- queima a céu aberto (de resíduos municipais) ou incineração (de resíduos de saúde);
- tratamento biológico de resíduos municipais (compostagem e digestão anaeróbica);
- tratamento de efluentes líquidos (domésticos e industriais).

A metodologia do SEEG (2021b) para o setor é baseada na estimativa de emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) na disposição final e tratamento desses resíduos. Os resíduos de atividades agropecuárias, como por exemplo a disposição de dejetos animais e a incineração de restos de culturas agrícolas não estão inclusos, sendo apenas contabilizados nas estimativas de emissões do setor agropecuário. O setor de resíduos emite principalmente metano (CH<sub>4</sub>) gerado pela digestão anaeróbica (com pouca presença de oxigênio) da matéria orgânica. Resíduos em maior contato com o ar (caso da compostagem ou até do lixo a céu aberto) emitem menos metano, parte do chamado biogás. Os processos de queima (a céu aberto ou por incineração) emitem CO<sub>2</sub>. O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provém dos processos de queima e das reações de nitrificação em efluentes e outras matérias ricas em nitrogênio.

O SEEG adota a classificação do IPCC e do 4º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE e também considera as atualizações do Relatório para Consulta Pública a Especialistas do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Resíduos Sólidos. As fontes para obtenção de dados para os cálculos do setor foram: o Relatório de Referência do Quarto Inventário; informações municipais apresentadas na Série Histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS); Censo Demográfico de 1970, 1980, 1990, 2000 e 2010; taxas populacionais apresentadas nas Estimativas de População do IBGE, de 2001 a 2020; dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza (ABRELPE); a plataforma de consulta de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Os dados de atividades coletados são a produção de carne bovina, de carne avícola, de carne suína, de celulose, de leite cru, de leite pasteurizado, de cerveja, os resíduos de serviços de saúde, os resíduos sólidos urbanos, a população e a recuperação de metano.

O setor de Resíduos foi responsável por 12% das emissões brutas do Estado de São Paulo, com 17 MtCO<sub>2</sub>eq em 2020. Com taxa de crescimento anual de 2,04% desde 2010, no mesmo período, o crescimento populacional foi de 0,8% ao ano, conforme SEADE (2021).

Uma informação que poderia complementar as estimativas do SEEG seria a divulgação dos sistemas de tratamento do biogás em aterros sanitários. O Inventário Estadual

de Resíduos Sólidos (CETESB, 2021) é baseado em informações coletadas em planilhas que permitem a aferição da qualidade das condições sanitárias e ambientais para avaliar as unidades de disposição final (aterros), de tratamento (compostagem) e de transbordo dos resíduos sólidos urbanos. Para cada município, é calculado o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos - IQR. No formulário de coleta de dados, há campo para resposta sobre geração de biogás (no modelo sim ou não) mas ela é tratada como informação complementar, não utilizada para compor a pontuação. Pela relevância, poderia vir a ser uma condição para a concessão de licenças aos aterros. Já na metodologia do SEEG, a variável referente à recuperação de metano, por meio da queima ou aproveitamento energético, foi obtida a partir de dados apresentados na plataforma de consulta do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da UNFCCC, onde, de 2003 a 2020, foram contabilizados 49 projetos de recuperação de biogás no Brasil associados a resíduos sólidos, tendo esses aterros sido responsáveis pela recuperação de cerca de 12 MtCO<sub>2</sub>e em 2020.

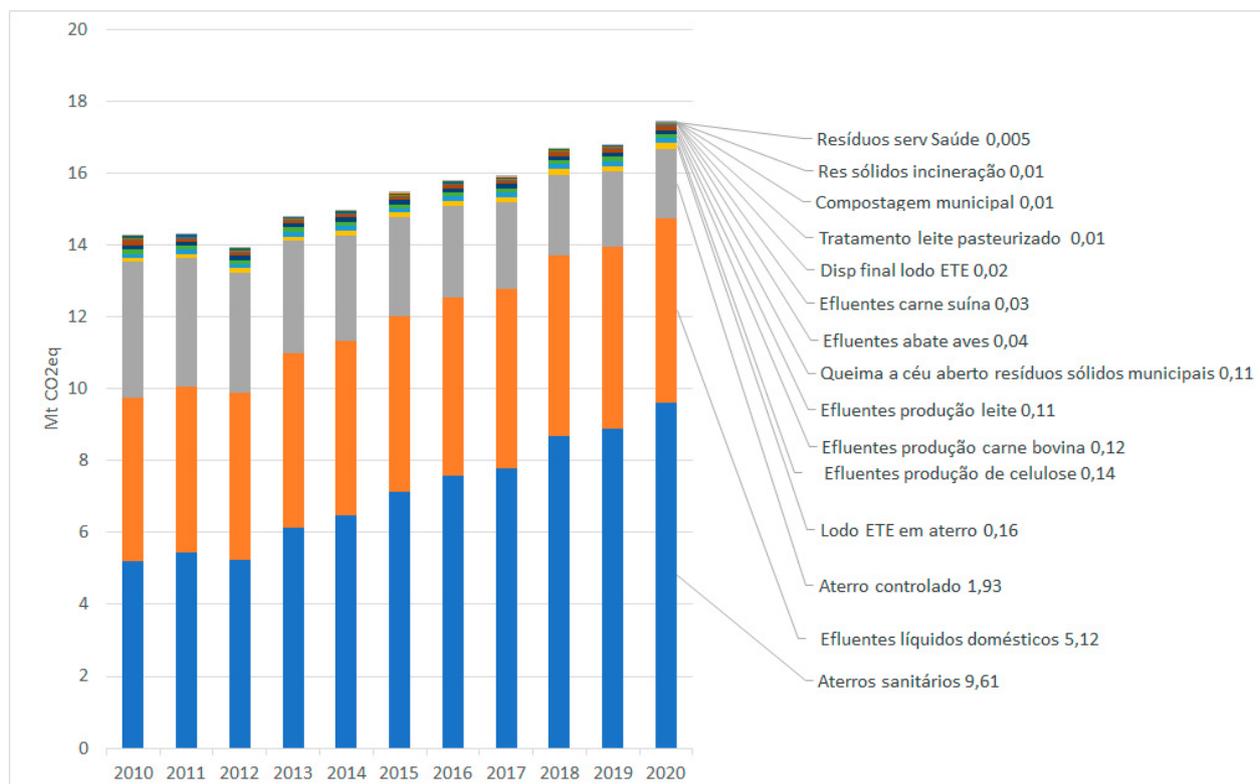
A tabela a seguir sintetiza as principais emissões estimadas para este setor.

*Fontes de emissões do setor de Resíduos. (SEEG, 2021)*

Fontes de Emissão	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Disposição de Resíduos		X	
Incineração de resíduos e queima a céu aberto	X	X	X
Efluentes domésticos		X	X
Efluentes industriais		X	

*Resumo comparativo das emissões brutas do setor de Resíduos, por subsetor, nos anos de 2005, 2010 e 2020. (SIMA/AMC, 2022)*

	Subsetor	Emissão GEE (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		Participação em 2020	
		2005	2010	2020	2020/2005	2020/2010	relativa	acumulada
1	Resíduos sólidos municipais (RSM) em aterro sanitário	5,26	5,19	9,61	82,7%	85,3%	55,2%	55, %
2	Efluentes líquidos (EL) domésticos	4,47	4,57	5,12	14,6%	12,0%	29,4%	84,6%
3	RSM em aterro controlado ou lixão	4,73	3,77	1,93	-59,2%	-48,8%	11,1%	95,6%
4	Resíduos sólidos (RS), lodo de estação de tratamento de esgotos (ETE) em aterro sanitário	0,07	0,10	0,16	137,5%	65,0%	0,9%	96,6%
5	Efluentes líquidos industriais (ELI), Papel e Celulose	0,18	0,12	0,14	-20,9%	12,7%	0,8%	97,3%
6	ELI, Carne Bovina	0,13	0,12	0,12	-11,8%	-2,5%	0,7%	98,0%
7	ELI, Leite Cru	0,11	0,11	0,11	0,6%	2,5%	0,7%	98,7%
8	RSM, queima a céu aberto	0,17	0,12	0,11	-35,1%	-11,9%	0,6%	99,3%
9	ELI, Carne de Aves	0,03	0,04	0,04	34,8%	3,9%	0,3%	99,6%
10	ELI, Carne Suína	0,01	0,02	0,03	127,7%	41,4%	0,2%	99,7%
11	RS, Lodo ETE em aterro controlado ou lixão	0,06	0,05	0,02	-71,6%	-64,3%	0,1%	99,8%
12	ELI, Leite Pasteurizado	0,02	0,02	0,01	-28,1%	-39,9%	0,1%	99,9%
13	RS Saúde, Incineração	0,00	0,00	0,01	2706,6%	2123,2%	0,1%	99,9%
14	RSM, Compostagem	0,01	0,00	0,01	-22,6%	287,3%	0,0%	100,0 %
15	RS Saúde, aterro sanitário	0,00	0,00	0,00	1669,7%	1689,5%	0,0%	100,0%
	<b>TOTAL</b>	<b>15,24</b>	<b>14,24</b>	<b>17,43</b>	<b>14,3%</b>	<b>22,3%</b>	<b>100,0%</b>	

*Emissões das atividades inventariadas do setor de Resíduos (SIMA/AMC, 2022)*

A mitigação de emissões no Setor Resíduos passa por algumas alternativas e recomendações básicas, como:

- identificação do resíduo como um recurso;
- nos aterros, recolher o metano gerado pela decomposição anaeróbica e queimá-lo, com ou sem aproveitamento energético;
- concentrar os resíduos e não contaminá-los de forma a obter economias de escala viabilizando o recolhimento e a geração de renda para a população através da indústria da reciclagem;
- prevenir as emissões junto à fonte, por meio de economia circular ou consumo evitado;
- esforços em educação ambiental para incentivar novo modelo de consumo com base na Economia Circular, separação na fonte e disposição adequadas;
- instalar novas tecnologias que viabilizem o tratamento dos resíduos com menor emissão;
- universalização do acesso ao saneamento básico;
- incentivo à adoção da Economia Circular para reduzir a dependência de aterros, fomentando a inovação produtiva e a reciclagem (contemplando, inclusive geração de

emprego e renda);

- compatibilizar o imperativo social da universalização do acesso ao saneamento básico com a exigência da redução de emissão de gases de efeito estufa;

Considerando-se a concentração de 95% das emissões do setor em três atividades com alto potencial energético, que juntas representam quase 12% das emissões brutas do estado, evidencia-se a necessidade de acelerar e ampliar o uso de tecnologias apropriadas (compostagem, produção de combustível derivado de resíduos - CDR, tratamento mecânico biológico - TMB, uso de combustível derivado de resíduo urbano - CDRU - e pneus em substituição energética para produção de clínquer), a modernização da infraestrutura (principalmente sistemas de recolhimento, queima ou utilização de biogás) e, de maneira preventiva, a separação de resíduos na fonte, o consumo consciente e a reciclagem associada à coleta seletiva permitindo o aproveitamento de matéria prima de qualidade.

## 7.8. Setor Agropecuário

Na Agropecuária os principais processos que geram emissões são: fermentação entérica ( $\text{CH}_4$ ), manejo de dejetos animais ( $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ), cultivo de arroz ( $\text{CH}_4$ ), queima de resíduos agrícolas ( $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ), solos manejados ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

*Fontes de emissões do setor Agropecuário.*

Fontes de Emissão	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2\text{O}$
Fermentação Eritérica		X	
Manejo de dejetos de animais		X	X
Cultivo de Arroz		X	
Queima de resíduos agrícolas		X	X
Solos manejados			X

Para melhor entender cada processo, com base na metodologia SEEG (2021), faremos uma breve abordagem sobre os fatores de emissões, dados das atividades e suas contribuições nas emissões atmosféricas, com ressalvas de que o tema é extenso e não seria possível esgotá-lo nesta seção.

A Fermentação Entérica é o principal subsetor de emissões agropecuárias. As categorias de animais geradoras de  $\text{CH}_4$  por meio da digestão são os herbívoros ruminantes (bovinos e caprinos) que possuem vários compartimentos gástricos. O material vegetal ingerido por esses ruminantes é fermentado por micróbios num processo anaeróbio resultando na formação do metano que é expelido para a atmosfera. Os animais monogástricos, como os cavalos, mulas e asnos, também emitem metano, porém, em menor quantidade, por não fermentarem o alimento ingerido. O SEEG (2021) utiliza dados censitários de população animal, área e produção agrícolas dos levantamentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021a) e plataforma SIDRA (IBGE, 2021b). O fator de emissão de  $\text{CH}_4$  é específico para cada categoria de animais.

O Manejo de Dejetos Animais ocorre quando são estocados em tanques de tratamento, lagoas e charcos, onde são decompostos sob condições anaeróbicas resultando na formação do metano e, por sua vez, lançado na atmosfera. Por possuírem nitrogênio levam à formação de  $\text{N}_2\text{O}$  que também é emitido na atmosfera. Incluem-se na atividade os mesmos grupos de animais da fermentação entérica, acrescida das aves (galináceos e codornas). Foram considerados os animais que estão parcial ou totalmente inseridos em sistemas de criação que manejam dejetos como os bovinos de corte confinados. As categorias de animais foram subdivididas entre industrial e de subsistência, por possuírem diferentes fatores

de emissão. Foram utilizados os dados do SIDRA (IBGE 2021b) para a população de animais cujos dejetos são estocados em ambientes úmidos.

A Queima de Resíduos Agrícolas no campo (cana de açúcar e algodão) gera emissão de CO<sub>2</sub> (não contabilizado no inventário pois foi compensado pela absorção desse gás na fotossíntese que gerou a biomassa), N<sub>2</sub>O e outros óxidos na fase de combustão como o NO<sub>x</sub> (chamas), CO e CH<sub>4</sub> (fumaças). A fonte de dados de área colhida da queima de cana foi obtida por meio de uma série de banco de dados como Agrosatélite, Programa Etanol Verde da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Instituto de Economia Agrícola (IBGE, 2021b).

Os Solos Manejados abrangem uma série de atividades:

- para o cálculo das emissões diretas de N<sub>2</sub>O por dejetos de animais aplicados como adubo, utilizou-se como fator a quantidade de quilogramas de nitrogênio usado como adubo, descontada a perda por volatilização; e também pelos dejetos de animais depositados diretamente em pastagem. Utilizou-se como fator, a população dos rebanhos de vacas leiteiras, bovinos de corte acima de 2 anos não confinados, suínos de subsistência, bubalinos, ovinos, caprinos, equinos, muares e asininos;

- para estimar as emissões indiretas provenientes da lixiviação e escoamento superficial do nitrogênio de fertilizantes sintéticos aplicados ao solo, foi necessário conhecer o volume de fertilizantes aplicados. Para isso, foi utilizado o mesmo banco de dados compilado para o cálculo das emissões de N<sub>2</sub>O por fertilizantes sintéticos, adotando-se ainda fatores de perda por lixiviação (30% por kg de ureia e “outros fertilizantes” aplicados ao solo) e para emissão indireta de N<sub>2</sub>O (2,5% / kg N via uréia e “outros fertilizantes”) perdido por lixiviação e escoamento superficial.

- para a estimativa das emissões indiretas por lixiviação e escoamento superficial do N volatilizado por dejetos animais usados como adubo, foram utilizados os mesmos dados provenientes do manejo de dejetos e perdas de nitrogênio por volatilização.

- nos solos agrícolas, foram calculadas emissões diretas de N<sub>2</sub>O por fertilizantes sintéticos nitrogenados aplicados, considerando a quantidade de nitrogênio de uréia e de outros fertilizantes como sulfato de amônia e nitrato de amônia. O consumo de fertilizantes foi extraído da Biblioteca de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, conforme consta na Nota do SEEG 8 (2021).

- o consumo de fertilizantes sintéticos para o cultivo de arroz irrigado baseou-se na área ocupada, de acordo com o IBGE, mais a proporção da área de arroz utilizada como arroz inundado (irrigado e terras baixas) para calcular as emissões de metano provenientes desse cultivo. Para obter a quantidade de nitrogênio nessas áreas adotou-se o índice de 70 kg N/ha, mais a perda por volatilização de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> (30% por kg de uréia aplicada ao solo e de 10% por kg de outros fertilizantes nitrogenados). O fator de emissão de N<sub>2</sub>O adotado foi de 1% por kg de ureia e dos outros fertilizantes aplicados ao solo.

- a aplicação de vinhaça como adubo orgânico foi calculada com base na produção de etanol, com dados fornecidos pela UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar). O valor adotado para a proporção de vinhaça por litro de etanol produzido foi de 11,5 l/l e a quantidade de nitrogênio contido na vinhaça de 0,433 kg N/m<sup>3</sup>. Para o cálculo das emissões diretas de N<sub>2</sub>O utilizou-se um fator de emissão direta de 0,52% N<sub>2</sub>O por kg de N aplicado ao campo via vinhaça.

- para a torta de filtro, usada como adubo orgânico, a quantidade foi calculada com base na produção de açúcar e etanol, com dados da UNICA (2021).

- O uso de calcário e ureia, para suprir a deficiência de cálcio e magnésio do solo e corrigir a acidez, produz os carbonatos que são liberados na forma de CO<sub>2</sub>. Outras fontes de emissões do CO<sub>2</sub> para a atmosfera decorrem de plantios de sistemas convencionais (que empregam aração e gradagem) e de pastagens degradadas.

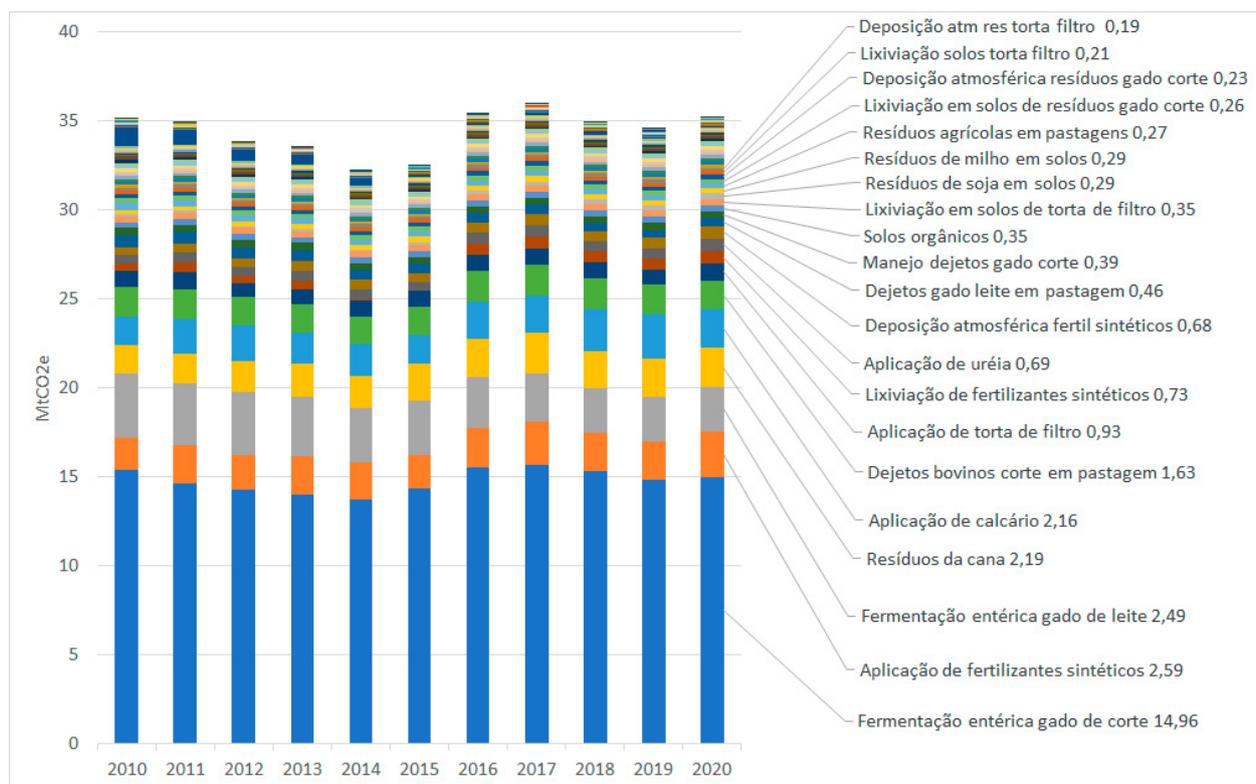
Na produção agrícola, as estimativas de emissões diretas por nitrogênio que retorna para o solo proveniente de restos culturais são os baseados no volume agrícola dos cultivares de soja, cana, feijão, arroz, milho, mandioca, trigo e outras. Foram incluídos os resíduos orgânicos provenientes das pastagens. As emissões diretas dos solos orgânicos (organossolos) são calculados considerando a área cultivada (em hectare) por ano e o fator de emissão de 12 kg de N<sub>2</sub>O por hectare. Nesse item, o SEEG (2021b) calculou as áreas de cultivos convencionais que contribuem na emissão e áreas com plantio direto que contribuem na remoção, a partir dos dados do CONAB (2016) e da FEBRADP (2013). Já para as florestas plantadas que também contribuem na remoção e estoque, foram utilizados os dados do IBA (2016). Para as pastagens foram feitas estimativas de emissão e remoção de CO<sub>2</sub> a partir dos dados da plataforma MapBiomass (2021) para área e, para o número de rebanho bovino, dados do SIDRA (IBGE, 2021). Para a Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) foi feita estimativa utilizando como fonte dados a EMBRAPA (2011). As pastagens são separadas em 3 classes:

- Pastagens degradadas (abaixo de 0,75 Unidade Animal ou UA por hectare), que emitem CO<sub>2</sub> para a atmosfera;

- Pastagens bem manejadas (acima de 1,5 UA/ha) que removem CO<sub>2</sub> da atmosfera;

- Pastagens estáveis ou vulneráveis (entre 0,75 e 1,5 UA/ha), que não emitem e não removem CO<sub>2</sub>.

*Emissões do setor Agropecuário, com legenda destacando as 21 atividades mais relevantes, a partir de SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*



Os fatores de emissão (valores positivos) e remoção (valores negativos) de CO<sub>2</sub> para estimativa de cálculo da variação de carbono do solo utilizado pela agropecuária brasileira são os seguintes:

*Fatores de Emissão (valores positivos) e Remoção (valores negativos) de CO<sub>2</sub> (Fonte SEEG, 2021)*

Atividade		tCO <sub>2</sub> /ha/ano
Pastagens	Estável	0,00
	Degradada	0,48
	Em ótimas condições	-1,43
Integração Lavoura/Pecuária/Floresta		-6,24
Florestas Plantadas		-0,81
Lavouras	Plantio Convencional	1,47
	Plantio Direto	-1,53

O setor Agropecuário foi responsável por 24,8% das emissões brutas do Estado de São Paulo, com 35 MtCO<sub>2</sub>eq em 2020. Abrange as atividades de produção agrícolas perenes e não perenes, a criação e a produção animal, as atividades relacionadas à fertilização nitrogenada do solo e solos orgânicos. Estão incluídas as emissões decorrentes do uso de calcário em solos agrícolas (calagem), da torta de filtro (resíduo da cana para a produção de açúcar e etanol) e a decomposição do carbono no solo que acarreta na mineralização de nitrogênio. A figura anterior apresenta as emissões mais relevantes do setor, com as contribuições provenientes da criação de bovinos de corte e de leite (fermentação entérica e dejetos), dos fertilizantes sintéticos (aplicação, lixiviação e deposição), da aplicação de ureia, calcário e torta de filtro e também os resíduos de cana de açúcar.

A tabela a seguir apresenta as emissões da agropecuária com destaque para os principais subsetores. As maiores contribuições, representando 63% das emissões brutas do setor, estão concentradas em quatro atividades quais sejam: na pecuária (fermentação entérica de gado bovino e leite); na aplicação dos fertilizantes sintéticos e nos resíduos de cana-de-açúcar. Acrescentando o uso de calcário, uréia, torta de filtro e as atividades de manejo de dejetos de animais, passam a representar 85% do total.

Resumidamente, as alternativas e recomendações para abatimento das emissões do Setor Agropecuária seriam:

- incentivar sistema de plantio direto, sistemas agroflorestais, programas comunitários de hortas periurbanas;
- adotar incentivos financeiros para melhoramento e manejo de solos e pastagens;
- incentivar a silvicultura, utilizando técnicas de mínimo impacto no solo e no armazenamento de água no subsolo;
- manejo otimizado do gado em termos de alimentação e de sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF);
- recolhimento de resíduos e restos de abate com reaproveitamento para outros usos;
- uso racional de fertilizantes no solo; e aumento na produção e uso de adubos orgânicos e defensivos biológicos;
- desenvolver fazendas marinhas com macroalgas para produção de biofertilizantes;
- fomentar pesquisas para desenvolver diferentes tipos de tecnosolos (solos antropogênicos) utilizando resíduos produzidos pelas diversas atividade humanas (como os subprodutos da mineração, restos da construção civil, plásticos, entre outros), que combinados podem se comportar como um solo formado naturalmente e serem utilizados para compor as áreas degradadas;
- aspectos de eficiência, inclusive na redução de perdas na lavoura e na comercialização, mudanças em hábitos alimentares e agregação de valor aos produtos agrícolas.

Uma das prioridades no enfrentamento da redução da emissão de gases na atmosfera pelo setor é dar soluções tecnológicas viáveis para a diminuição da aplicação dos fertilizantes sintéticos, seja por incentivo financeiro para aumento dos campos de agricultura orgânica, aperfeiçoamento dos métodos de controle integrado de pragas ou controle biológico em lavouras convencionais ou mesmo uso de tecnologias de detecção antecipada de infestação de pragas e doenças no campo. A fermentação entérica pode ser minimizada

por meio de sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF), revertendo a redução que ocorreu nesta prática, 5,2% nos últimos dez anos, conforme verificado no Sistema Mapbiomas (2021), e elaborado na próxima seção. Apesar da atenção que a queima de combustíveis fósseis atrai para ações de mitigação de emissões de gases de efeito estufa, a agropecuária é estratégica para São Paulo e, assim, enseja mais ações coordenadas entre instâncias de governo e setor privado. De acordo com dados do Instituto de Economia Agrícola (Angelo et al, 2020 e IEA, 2021), o valor da produção agropecuária paulista para 2020 foi estimado em R\$105 bilhões, um aumento de 17% em relação ao ano anterior. Algumas regiões do Estado tiveram que mudar seus modelos de negócio para enfrentar os problemas advindos da pandemia, como é o caso da região do cinturão verde da Grande São Paulo, os maiores produtores de hortaliças. Já regiões produtoras de cana de açúcar, carne bovina e grãos obtiveram vantagem pela alta do dólar, estimulando a exportação para mercados internacionais. Entre janeiro e outubro de 2020 os cinco principais grupos nas exportações do agronegócio paulista (79% do total) foram o complexo sucroalcooleiro (açúcar com participação de 85% e álcool com o restante), o complexo de soja, o setor de carnes (87% bovina), produtos florestais (50% de papel, 38% celulose e o resto entre os demais) e sucos (97% de laranja). As exportações setoriais de São Paulo representaram 17% do total nacional.

*Resumo comparativo das emissões brutas do setor Agropecuário (corte de 90% em 2020), por subsetor, nos anos de 2005, 2010 e 2020. (SIMA/AMC, 2022)*

n	Subsetor	Emissão GEE (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		Participação em 2020	
		2005	2010	2020	2020/ 2005	2020/ 2010	relativa	acumulada
1	Fermentação entérica (FE), gado de corte	19,27	15,37	14,96	-22,4%	-2,7%	42,5%	42,5%
2	Aplicação de fertilizantes sintéticos (FS)	1,63	1,81	2,59	58,9%	43,2%	7,4%	49,9%
3	FE, gado de leite	4,09	3,63	2,49	-39,2%	-31,5%	7,1%	57,0%
4	Resíduos da cana	0,56	1,55	2,19	288,1%	41,7%	6,2%	63,2%
5	Uso calcário	1,60	1,61	2,16	35,2%	34,3%	6,2%	69,3%
6	Dejetos de gado de corte em pastos	2,08	1,68	1,63	-21,5%	-2,9%	4,6%	74,0%
7	Aplicação de torta de filtro	0,63	0,91	0,93	47,9%	2,0%	2,6%	76,6%
8	Lixiviação de FS	0,44	0,42	0,73	64,4%	74,7%	2,1%	78,7%
9	Aplicação de uréia	0,42	0,45	0,69	66,6%	53,1%	2,0%	80,7%
10	Deposição atmosférica de FS	0,42	0,46	0,68	63,1%	49,1%	1,9%	82,6%
11	Dejetos de gado de leite em pastos	0,75	0,68	0,46	-38,3%	-32,1%	1,3%	83,9%
12	Manejo de dejetos de gado de corte	0,46	0,38	0,39	-16,4%	1,1%	1,1%	85,0%
13	Solos orgânicos	0,33	0,34	0,35	7,6%	5,1%	1,0%	86,0%
14	Manejo de dejetos de suínos	0,31	0,33	0,35	12,8%	7,0%	1,0%	87,0%
15	Resíduos da soja em solos	0,13	0,11	0,29	128,3%	175,3%	0,8%	87,9%

## 7.9. Setor Mudança do Uso da Terra, Florestas e Resíduos Florestais (MUTF)

Esta seção relata as emissões brutas e líquidas de GEE, principalmente por alterações de uso da terra, com mudanças de estoques de carbono na biomassa. As emissões líquidas descontam as remoções de carbono, que são representadas pelo sinal negativo (-). A remoção representa, assim, uma incorporação de CO<sub>2</sub> atmosférico na biomassa através da fotossíntese. Em determinados períodos pode ter havido remoção maior do que a emissão em termos absolutos. Nesses casos, a emissão líquida é negativa.

A obtenção de emissões e remoções deste setor é bem mais complexa que a dos demais, levando a consideráveis diferenças conforme a fonte. O tratamento dos dados é muito sensível a efeitos de biomas, de fatores de emissão e de atividade, aumentando a complexidade para harmonizar as estimativas. Particularmente, no Estado de São Paulo, temos o seguinte:

- a Comunicação Estadual (FUNCATE e CETESB, 2019) cobriu os anos de 2005 a 2015 e considerou observações espacialmente explícitas (isto é, visuais) de uso da terra e mudança do uso da terra, subdividindo todo o território do estado em unidades espaciais na forma de polígonos que resultaram da integração de dados (camadas de informação). O software TerraAmazon - desenvolvido pela FUNCATE e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE - utiliza dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos), matriciais (grades e imagens) e seus respectivos atributos (tabelas) armazenados em bancos de dados relacionais ou georrelacionais, inserindo e integrando em uma única base de dados informações espaciais advindas de dados cartográficos e imagens de satélite. O mapa de vegetação utilizado foi o mesmo utilizado no Inventário Nacional (Terceira Comunicação), combinação dos mapas de vegetação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO I) e da interpretação visual de imagens de 1994 para as áreas antropizadas em ambos. O mapa de solos utilizado foi adaptado do mapa de solos do Brasil (IBGE e EMBRAPA), recortado para o estado de São Paulo. O processo de identificação do uso e cobertura da terra nos anos de interesse foi baseado na interpretação visual de imagens do satélite Landsat8-OLI, obtidas pelo portal do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS - U.S. Geological Survey).
- O sistema SIRENE, do Governo Federal, utiliza informações compatíveis com a Quarta (e mais recente) Comunicação Nacional do Brasil, também chamada de Quarto Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE (MCTI, 2020b). O mapeamento do uso e cobertura da terra também foi obtido a partir da interpretação visual de um mosaico de imagens do território nacional adquiridas via satélite. Cada porção homogênea do território foi vetorizada manualmente e associada a uma das categorias e subcategorias de uso da terra definidas, gerando mapas de uso e cobertura da terra dos anos avaliados.
- Pelo SEEG, o método (versão 9 de novembro de 2021) para estimar as emissões e as remoções associadas às mudanças de uso da terra utiliza os dados das transições

anuais de uso da terra observadas no projeto MapBiomas Coleção 6 (Mapbiomas, 2021), por estado e por bioma, cobrindo anualmente o período 1990-2020. Para o último ano da série temporal (2020), devido às incertezas dos dados de transição por não terem um ano posterior à confirmação das mudanças, foram repetidas as emissões de 2019. Nesta abordagem, os mapas anuais de cobertura de uso da terra passam por passos de estabilização e filtragem para consolidar as transições principais que ocorrem a cada ano, para depois aplicar-se os cálculos baseados em estoques e incrementos apresentados no Quarto Inventário Nacional. O trabalho espacial é realizado na plataforma Google Earth Engine, seguido da aplicação das equações de cálculo de emissão e remoção por área de transição por um programa intitulado "R.". Em outras palavras, fotos de satélite são lidas automaticamente e inseridas num software com diversos fatores de emissão conforme o polígono territorial em análise.

Portanto MCTI e FUNCATE interpretam visualmente as imagens enquanto SEEG o faz automaticamente - e todos utilizam softwares dedicados. Ou seja, é impossível reproduzir manualmente cálculos sem se saber qual é o fator de emissão associado à respectiva quadrícula do território nacional. Assim, não há como validar a plataforma do SEEG sem uma plataforma comparativa suficientemente completa e atual. As diferenças identificadas entre FUNCATE e SEEG são as seguintes:

- os fatores de emissão das fontes, tanto em termos de mudanças de estoque quanto de incremento vegetativo, regra geral não são os mesmos. Isso se explica, dada a atualização das metodologias nacionais nos últimos anos.
- a divisão do território em subcategorias não é a mesma, o que é de se esperar dados os diferentes métodos. Assim, a atribuição exata de fatores de emissão a partes específicas do território não é passível de replicação.
- a FUNCATE considera a variação de estoque de carbono orgânico nos solos e o SEEG não.
- o SEEG considerou em suas estimativas das emissões as decorrentes da queima de resíduos florestais, calculadas de acordo com a área de desmatamento e com a aplicação dos fatores de cálculo segundo o Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016). Os resíduos florestais são responsáveis por emissões de outros gases de efeito estufa (CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O), representando o total em CO<sub>2</sub> eq.
- para o Estado de São Paulo, o SEEG não disponibilizou até o momento dados de emissões provenientes de queimadas "não associadas ao desmatamento", apesar de ter sido calculado. Nem a FUNCATE nem o MCTI realizaram o cálculo.

São, assim, métodos distintos aplicados em épocas distintas. Todos esses inventários e estimativas foram calculados com critérios consistentes com o guia de boas práticas do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2003). O SEEG g (SEEG, 2021) utilizou ainda os métodos e fatores publicados na Quarta Comunicação Nacional (MCTI, 2020b) e a revisão metodológica do IPCC (2006). A tabela a seguir compara os resultados

em termos de emissões líquidas de dióxido de carbono da FUNCATE e SEEG, com a primeira tendendo mais a remoções por conta do carbono estocado no solo. A diferença entre as fontes oscilou entre 6,47 e 21,64 MtCO<sub>2</sub>, o que é significativo frente às emissões totais deste gás no Estado para todos os setores.

*Emissões do setor de Mudança do Uso do Solo e Florestas conforme duas fontes: FUNCATE e CETESB (2019) e SEEG (2021a). (SIMA/AMC, 2022)*

Ano de referência	Dióxido de Carbono, FUNCATE (MtCO <sub>2</sub> )	Dióxido de Carbono, SEEG (MtCO <sub>2</sub> )	Diferença do Dióxido de Carbono, entre SEEG e FUNCATE (MtCO <sub>2</sub> )	Gases de efeito estufa (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O), SEEG (MtCO <sub>2</sub> eq pelo GWP-AR5)
2005	-3,42	7,94	11,36	8,45
2006	0,49	6,96	6,47	7,46
2007	0,49	8,86	8,37	9,36
2008	0,49	10,75	10,26	11,30
2009	-8,4	7,32	15,72	7,76
2010	-8,4	6,26	14,66	6,77
2011	-8,4	6,5	14,9	7,05
2012	-12,3	7,2	19,5	7,71
2013	-12,3	9,34	21,64	9,93
2014	-12,3	7,33	19,63	7,78
2015	-12,27	6,03	18,3	6,48
2016	-	2,48	-	2,80
2017	-	2,61	-	2,94
2018	-	4,43	-	4,80
2019	-	3,57	-	3,89
2020	-	2	-	2,29

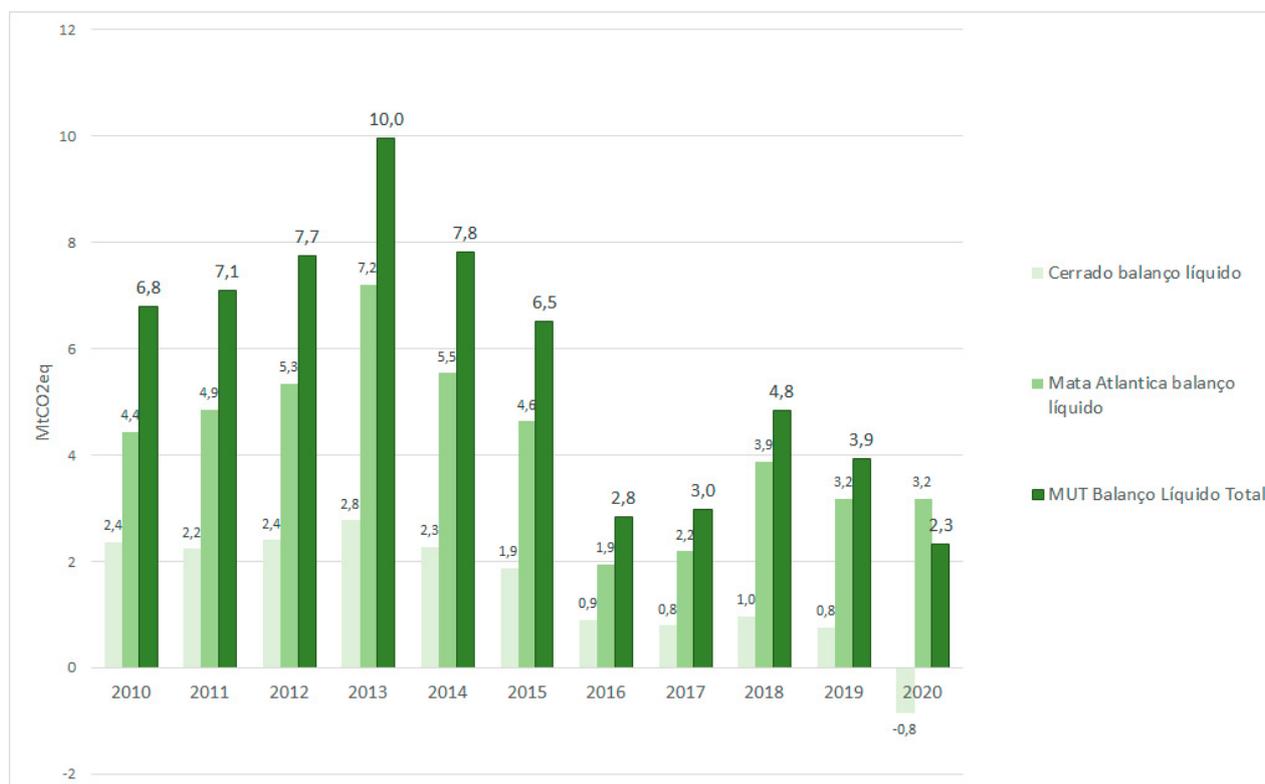
O SEEG considera ainda o carbono incorporado anualmente na vegetação em áreas que não sofreram mudanças no uso da terra. O chamado incremento anual está apresentado na tabela a seguir.

*Índices médios de incremento anual de remoção, em toneladas de carbono por hectare, incorporadas na vegetação, por bioma, no Estado de São Paulo, conforme a metodologia SEEG g. Para se converter o carbono (C) estocado em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) capturado da atmosfera, basta multiplicar por 3,67 (ou 44/12, relação entre os pesos moleculares. (SIMA/AMC, 2022).*

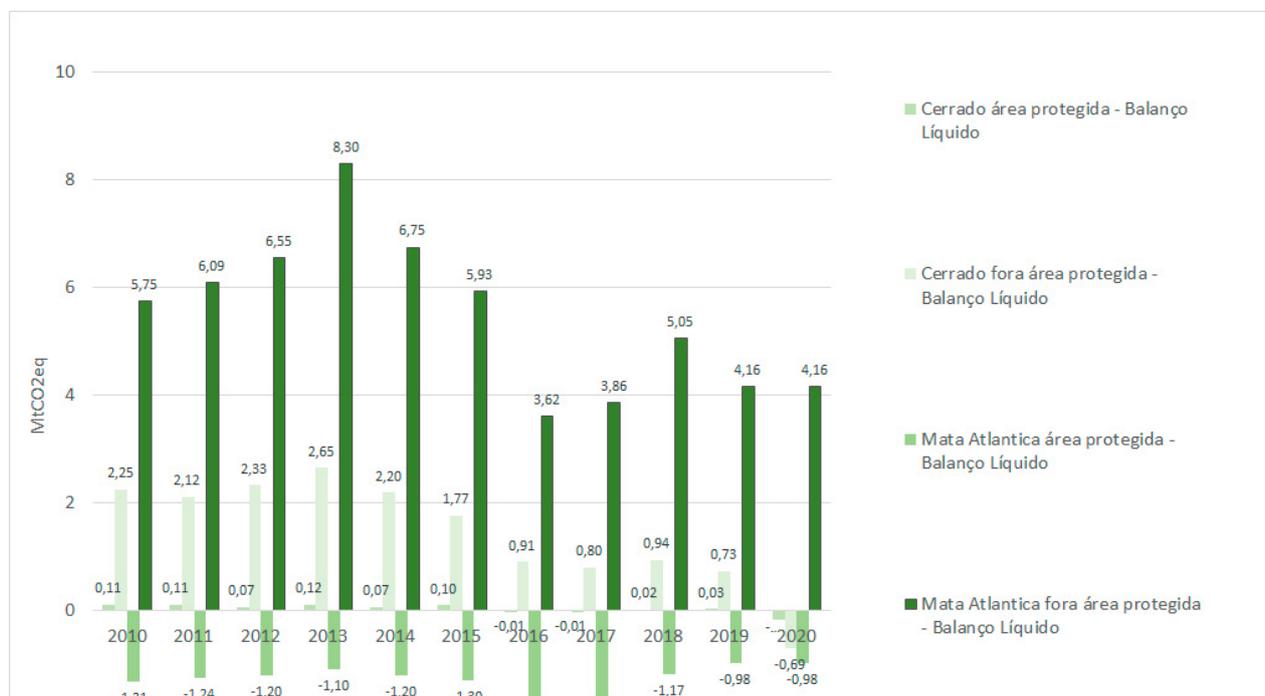
Classes	Incremento anual (tC/ha)	
	Cerrado	Mata Atlântica
Floresta Primária , Savana Primária e Mangue	0,20	0,32
Vegetação não florestal Primária	0,44	0,44
Vegetação não florestal Secundária	0,60	1,70
Pastagem	0	0
Agricultura Anual	5,60	6,24
Agricultura semi perene	2,16	3,12
Mosaico de pastagem e agricultura	5,60	6,24
Transição Floresta e Savana Secundária crescendo onde era Pastagem	2,85	1,66
Transição Floresta e Savana Secundária crescendo onde era Agricultura	4,73	1,66
Transição Floresta e Savana Secundária crescendo onde era outros usos para	0,59	1,66

As emissões líquidas estão representadas em milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente para facilitar a comparação com as emissões dos demais setores. No período 2010-2020, pelos dados do SEEG, as emissões foram maiores que as remoções. Isso se explica, já que a vegetação é removida instantaneamente mas demora a crescer. As chamadas áreas protegidas abrangem as terras indígenas e unidades de conservação. As classes são as utilizadas no Mapbiomas, com diversos detalhes de fitofisionomia a partir do IBGE. O balanço entre emissões e remoções do setor em 2020 foi de 2,3 MtCO<sub>2</sub>eq conforme metodologia do SEEG g, - um valor positivo em termos de emissão, mas bastante reduzido se comparado aos demais setores. Sua composição e evolução, desde 2010, são apresentadas na figura a seguir.

**Balanco líquido de emissões em Mudanças no Uso da Terra e Florestas para o Estado de São Paulo, (SIMA/AMC, 2022) a partir de SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)**



**Composição e evolução da emissões líquidas por bioma, por tipo de área, do setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas - MUTF. (SIMA/AMC, 2022 a partir de SEEG (2021).**



As tabelas a seguir apresentam as emissões e remoções deste setor com destaque para os 20 principais subsetores. As maiores contribuições - representando 99% das emissões brutas - estão diretamente relacionadas com atividades de desmatamentos de vegetação natural primária e secundária, dentro e fora de áreas protegidas. Algumas áreas protegidas são unidades de conservação da natureza do grupo de uso sustentável, como as APA (área de proteção ambiental), onde o desmatamento por corte raso não é totalmente restritivo. Já nas remoções brutas, metade é derivada de vegetação estável secundária em áreas particulares - o que reafirma a necessidade de se incentivar políticas de pagamento pela floresta em pé. A contribuição das áreas protegidas também é bastante expressiva: 42 % das remoções.

Para melhor compreender as modificações quanto ao uso da terra no período 2010 a 2020, a figura a seguir mostra as variações por tipo de atividade, extraídas da Plataforma do MapBiomas. A análise restrita aos percentuais leva a crer que:

- numa das justificativas das emissões líquidas no bioma Mata Atlântica, entre 2010 e 2020 ocorreu uma considerável perda de áreas úmidas na zona costeira - mangue e apicum (áreas de grande valor ecológico na cadeia alimentar, e importante zona de estabilização que protege contra o avanço das marés principalmente em eventos extremos);
- a vegetação savânica sofreu perda de 19,8% no período - principalmente no bioma Cerrado - e a área plantada de cana cresceu 17,9 % e a área de floresta 1,7%, mostrando que atualmente a proporção de cana é maior que a floresta no Estado (indicando a necessidade de fortalecer a parceria com associações e produtores rurais visando o aumento da vegetação nativa de no mínimo na proporção de 80:20, ou seja, aumento de 10% da cobertura florestal);
- as lavouras perenes (café e citros principalmente) cresceram no período 168% e a silvicultura 36%);
- o mosaico de agricultura e pastagem sofreu uma queda de 5,2%, assim como as áreas de pastagens se reduziram em 27,9% (dados importantes para mostrar a necessidade de priorizar e implantar com efetividade o Plano Agrícola ABC Paulista);
- também ocorreram perdas de 3,8 % nas áreas atribuídas aos recursos hídricos (rios, lagos, aquicultura e oceano), possivelmente pelas secas prolongadas e aterros de áreas úmidas (impactos relevantes também no meio socioeconômico).

---

<sup>14</sup> Apicum é uma região que fica exposta a inundações intermediárias em luas cheias. A salinidade deste tipo de bioma é altíssima, portanto, não abriga árvores como no caso do mangue. Sua vegetação é composta por herbáceas que crescem na areia.

*Resumo comparativo das emissões brutas do setor Mudança de Uso do Solo (corte de 95% em 2020), por subsetor, nos anos de 2005, 2010 e 2020. (SIMA/AMC, 2022)*

n	Subsetores	Emissões(MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		Peso em 2020	
		2005	2010	2020	2020 /2005	2020 /2010	relativo	acumulado
1	Cerrado (CER) fora de Área Protegida (AP), Regeneração de Uso Agropecuário para Floresta Secundária (2ria)	1,34	1,83	1,61	19,7%	-12,1%	16,8%	16,8%
2	CER fora AP, Outras Mudanças de Uso da Terra (MUT), de Uso Agropec p/ Silvicultura	3,45	2,21	1,53	-55,6%	-30,7%	16,0%	32,9%
3	CER, Resíduos Florestais	1,07	2,06	1,30	21,6%	-37,0%	13,6%	46,5%
4	Mata Atlântica (MATl), fora AP, Outras MUT, de Silvicultura p/ Área s/ vegetação	1,06	0,87	0,93	-12,3%	6,7%	9,8%	56,2%
5	MATl AP, Regeneração de Uso Agropec p/ Vegetação ã florestal 2ria	0,08	0,21	0,92	1038,9%	331,2%	9,6%	65,9%
6	CER AP, Outras MUT, de Uso Agropecuário p/ Uso Agropecuário	0,82	0,66	0,71	-13,1%	7,9%	7,5%	73,3%
7	CER AP, Desmatamento de Floresta 1ria p/ Uso Agropecuário	0,32	0,18	0,56	75,2%	216,8%	5,9%	79,2%
8	MATl fora AP, Desmatamento de Floresta 2ria p/ Área s/ vegetação	0,25	0,23	0,30	20,9%	29,1%	3,1%	82,4%
9	CER AP, Desmatamento de Floresta 1ria p/ Silvicultura	0,14	0,22	0,28	101,4%	28,1%	3,0%	85,3%
10	CER fora AP, Desmatamento de Vegetação ã florestal 1ria p/ Uso Agropecuário	0,42	0,39	0,28	-33,1%	-27,7%	3,0%	88,3%
11	CER fora AP, OutrasMUT, de Uso Agropecuário p/ Área s/ vegetação	0,03	0,05	0,13	343,7%	147,2%	1,4%	89,7%
12	CER AP, Regeneração, de Uso Agropecuário p/ Floresta 2ria	0,08	0,07	0,11	43,4%	60,4%	1,1%	90,8%
13	CER AP, Desmatamento de Floresta 2ria p/ Silvicultura	0,01	0,02	0,10	732,7%	325,9%	1,1%	91,9%
14	CER fora AP, Desmatamento de Vegetação ã florestal 1ria p/ Silvicultura	0,11	0,10	0,08	-26,9%	-20,0%	0,9%	92,8%
15	CER fora AP, Regeneração de Uso Agropecuário p/ Vegetação ã florestal 2ria	0,10	0,10	0,05	-46,6%	-48,4%	0,5%	93,3%
16	CER fora AP, Desmatamento de Vegetação ã florestal 2ria p/ Uso Agropecuário	1,20	1,12	0,05	-96,1%	-95,8%	0,5%	93,8%
17	CER AP, Regeneração de Uso Agropecuário p/ Vegetação ã florestal 2ria	0,04	0,05	0,04	5,2%	-12,8%	0,4%	94,3%
18	MATl fora AP, Regeneração de Silvicultura p/ Vegetação ã florestal 2ria	0,11	0,19	0,03	-71,7%	-83,8%	0,3%	94,6%
19	CER fora AP, Regeneração de Silvicultura p/ Floresta 2ria	0,35	0,96	0,02	-94,1%	-97,9%	0,2%	94,8%
20	CER AP, Outras MUT, de Uso Agropecuário p/ Silvicultura	0,01	0,01	0,02	38,0%	51,1%	0,2%	95,0%
21	CER fora AP, Regeneração de Silvicultura p/ Vegetação ã florestal 2ria	0,07	0,06	0,02	-76,8%	-74,6%	0,2%	95,2%

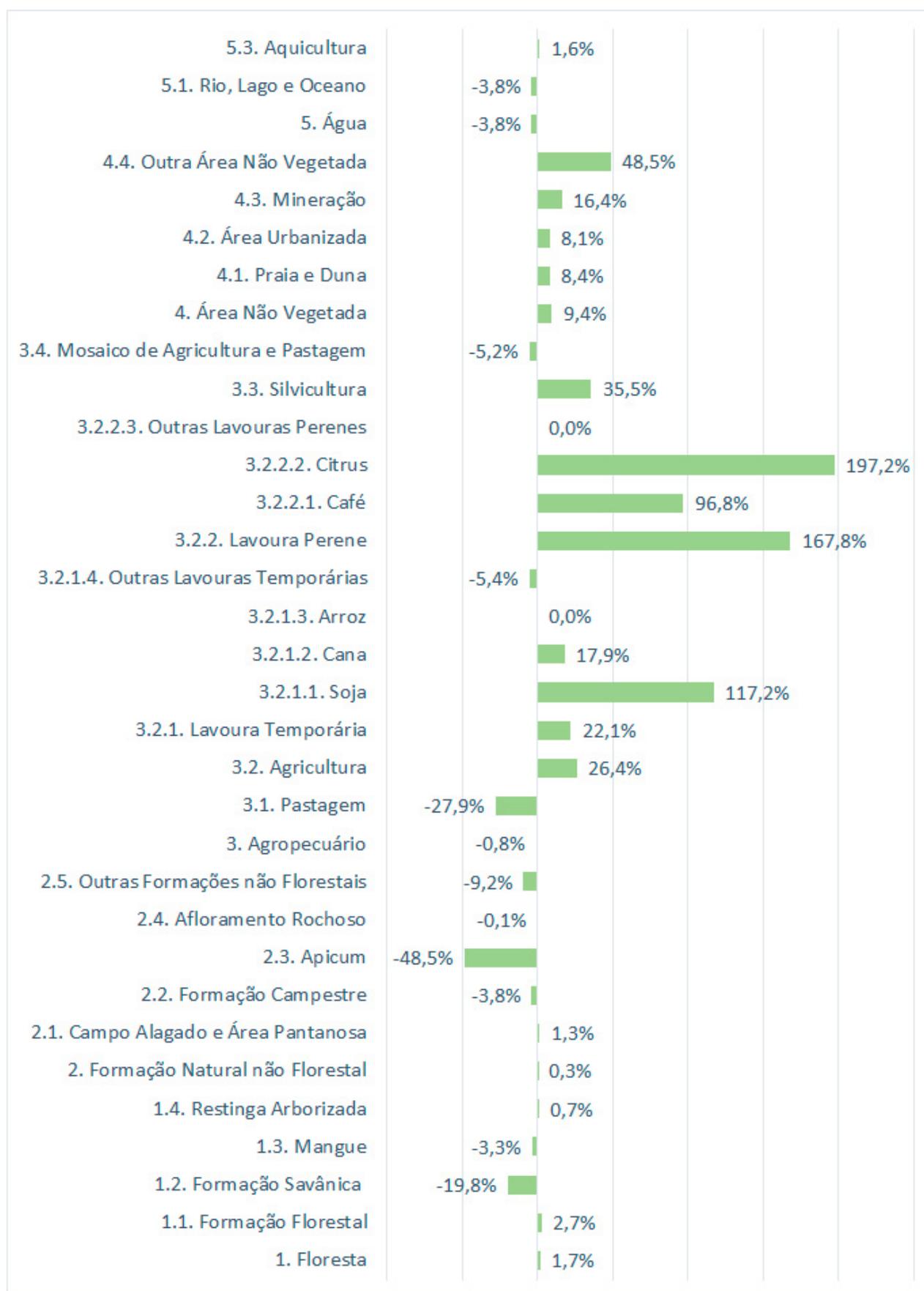
*Resumo comparativo das remoções brutas do setor Mudança de Uso do Solo (corte de 96% em 2020), por subsetor, nos anos de 2005, 2010 e 2020. (SIMA/AMC, 2022)*

n	Subsetor	Remoções (MtCO <sub>2</sub> eq)			Variação %		Peso em 2020	
		2005	2010	2020	2020 /2005	2020 /2010	relativo	acumulado
1	Mata Atlântica (MATl), fora de Área Protegida (AP), Vegetação Nativa Estavel (VNE), de Floresta Secundária (2ria) para Floresta 2ria	-1,64	-2,07	-2,90	76,5%	39,9%	41,9%	41,9%
2	MATl, AP, VNE, de Floresta Primária (1ria) para Floresta 1ria	-1,79	-2,01	-2,05	14,4%	2,1%	29,6%	71,6%
3	Matl, AP, VNE, de Floresta 2ria para Floresta 2ria	-0,37	-0,54	-0,72	97,2%	33,9%	10,5%	82,0%
4	Cerrado (CER), fora de AP, VNE, de Floresta 2ria para Floresta 2ria	-0,63	-0,63	-0,53	-16,4%	-16,5%	7,6%	89,6%
5	CER, fora de AP, VNE, de Vegetação Não Florestal para Floresta 2ria	-0,18	-0,22	-0,24	32,1%	6,9%	3,5%	93,1%
6	Matl, fora de AP, Outras Mudanças de Uso da Terra, de Agropecuária para Silvicultura	-0,14	-0,47	-0,11	-22,2%	-77,0%	1,6%	94,6%
7	CER, AP, VNE, de Floresta 1ria para Floresta 1ria	-0,06	-0,09	-0,09	41,9%	6,4%	1,3%	96,0%

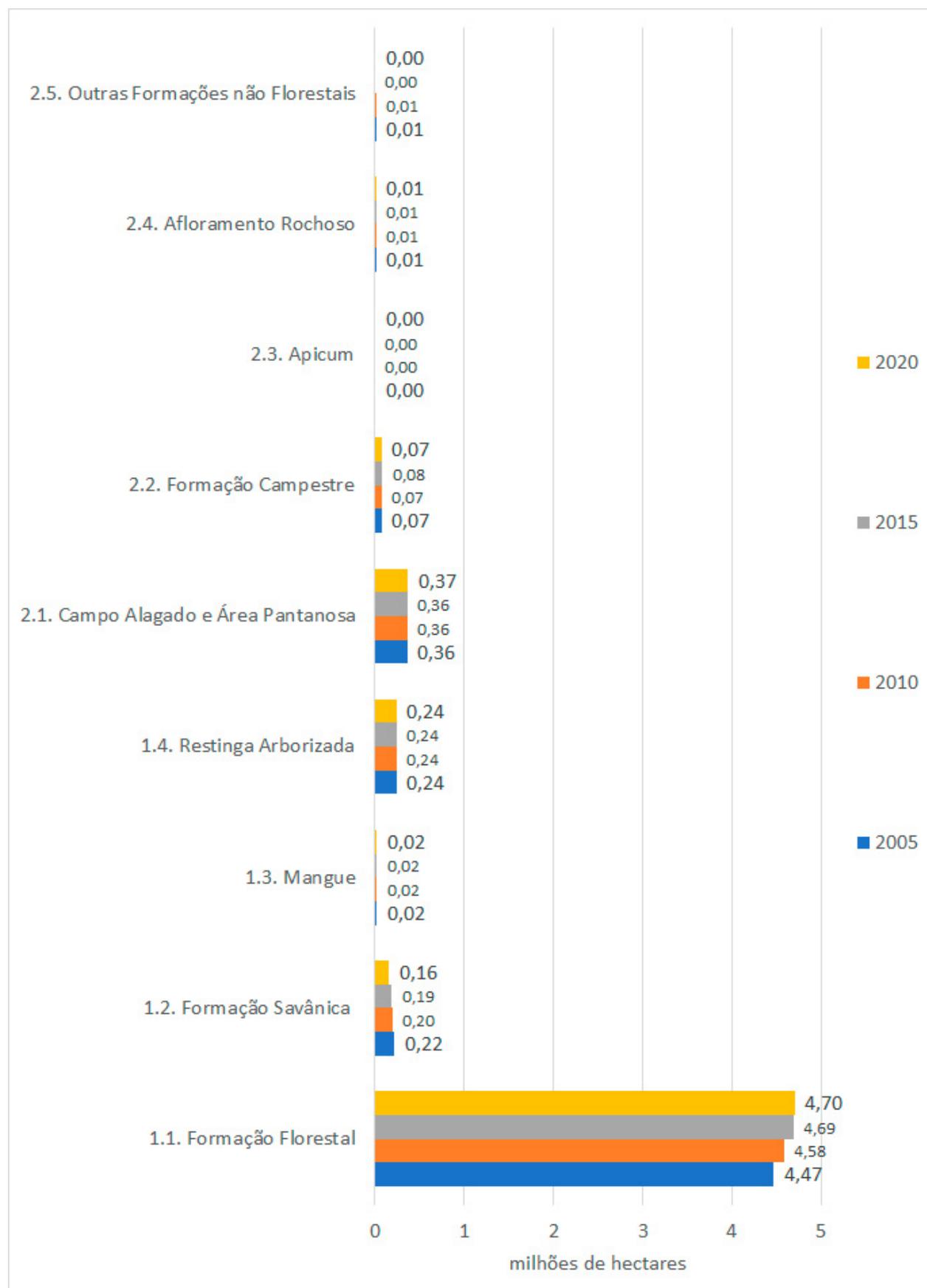
Além da separação por biomas - Mata Atlântica e Cerrado - e por proteção das áreas, as informações do SEEG para mudanças no uso da terra consideram uma complexa matriz de conversões em áreas de florestas (primárias, secundárias), vegetação não-florestal, silvicultura, usos agropecuários e áreas sem vegetação. As figuras na sequência discriminam as florestas primárias, as secundárias e a vegetação não florestal, agregando as demais categorias sob a classe “outras e resíduos”.

Importante ressaltar que o Bioma Mata Atlântica ocupa dois terços da área territorial do estado de São Paulo e, de forma geral as formações vegetais que compõem este bioma possuem estoques de carbono maiores que as áreas de Cerrado, sendo esse um dos fatores que contribuem para o balanço líquido maior para Mata Atlântica.

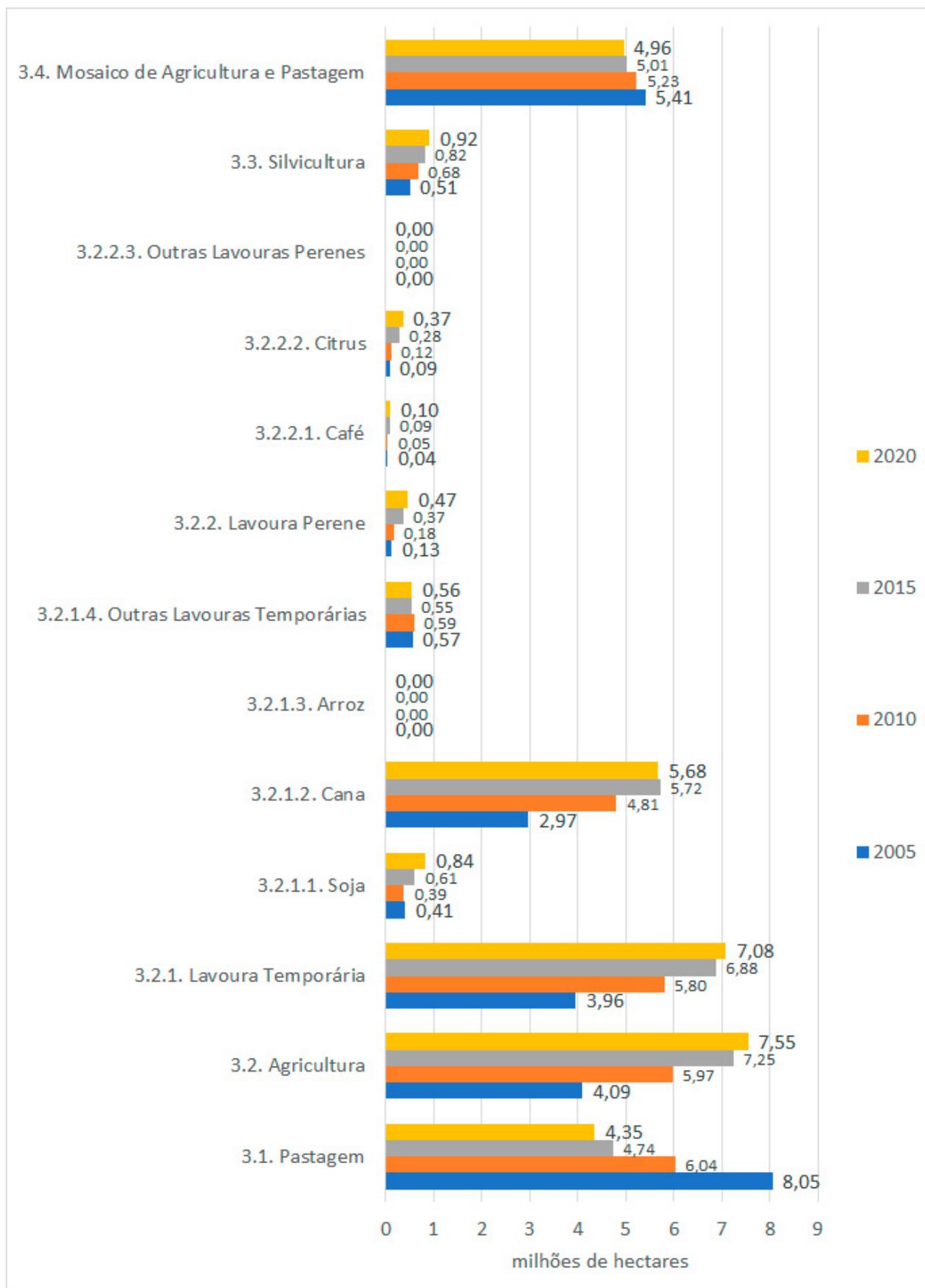
*Varição percentual nas áreas ocupadas no Estado de São Paulo, conforme as categorias e subcategorias, entre os anos 2010 e 2020 (Mapbiomas, 2022)*



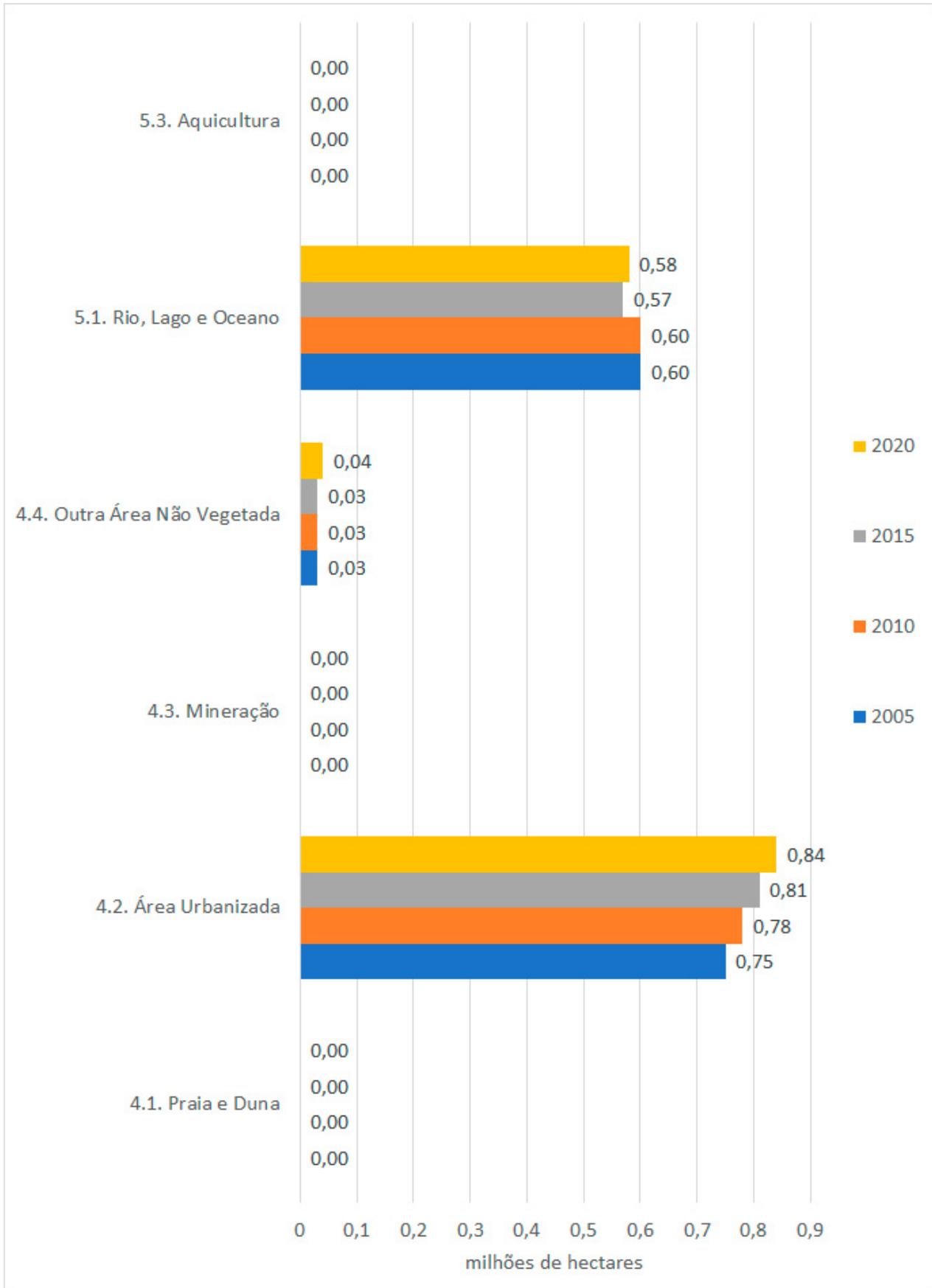
Áreas verificadas pelo sistema Mapbiomas (2021) em São Paulo nos anos de 2005, 2010, 2015 e 2020 para as subcategorias de Florestas (categoria 1) e Formações Naturais Não-Florestais (categoria 2). (SIMA/AMC, 2022)



Áreas verificadas pelo sistema Mapbiomas (2021) em São Paulo nos anos de 2005, 2010, 2015 e 2020 para as subcategorias do setor Agropecuário (categoria 3). (SIMA/AMC, 2022)



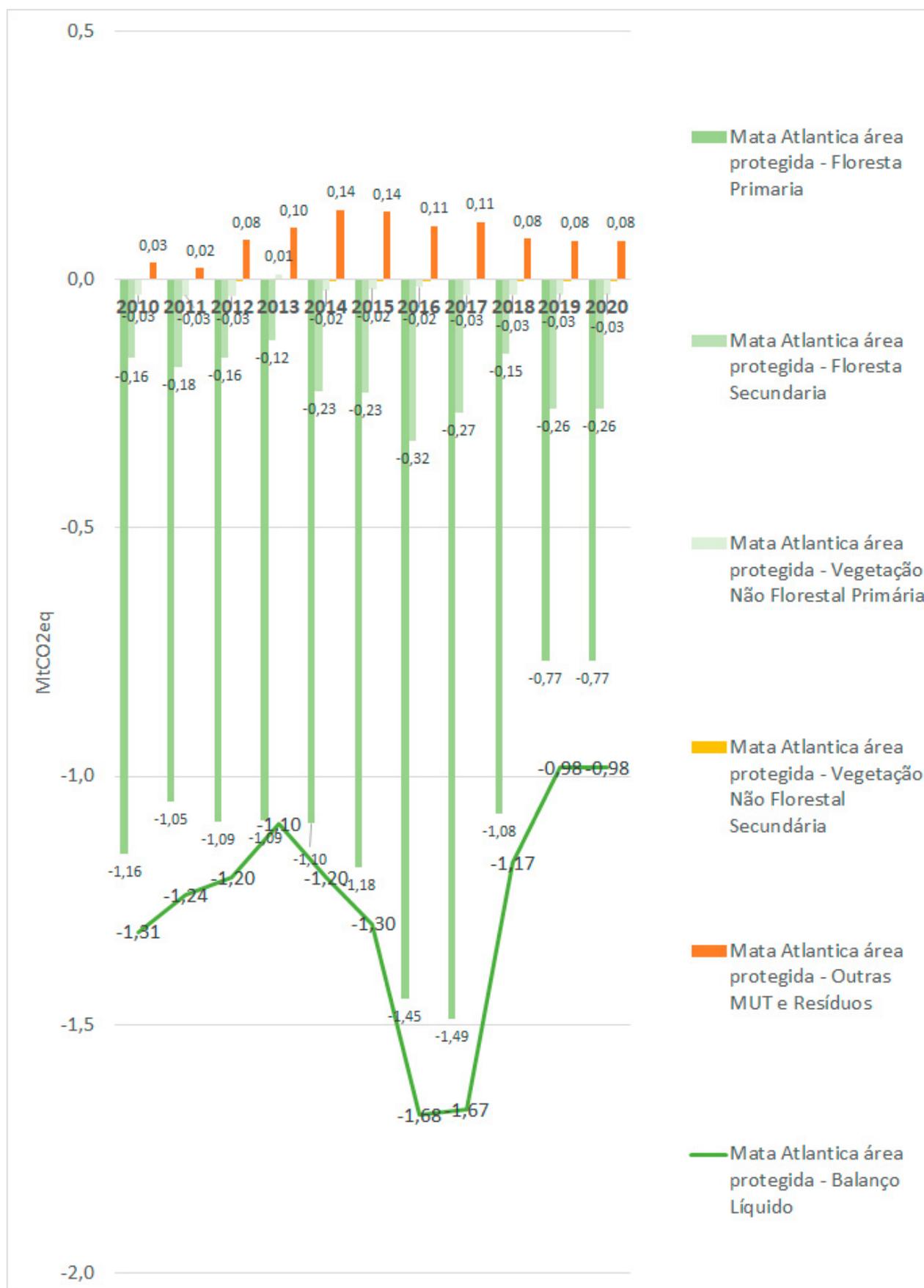
Áreas verificadas pelo sistema Mapbiomas (2021) em São Paulo nos anos de 2005, 2010, 2015 e 2020 para as subcategorias dos setor Área Não Vegetada (categoria 4) e Água (categoria 5). (SIMA/AMC, 2022)



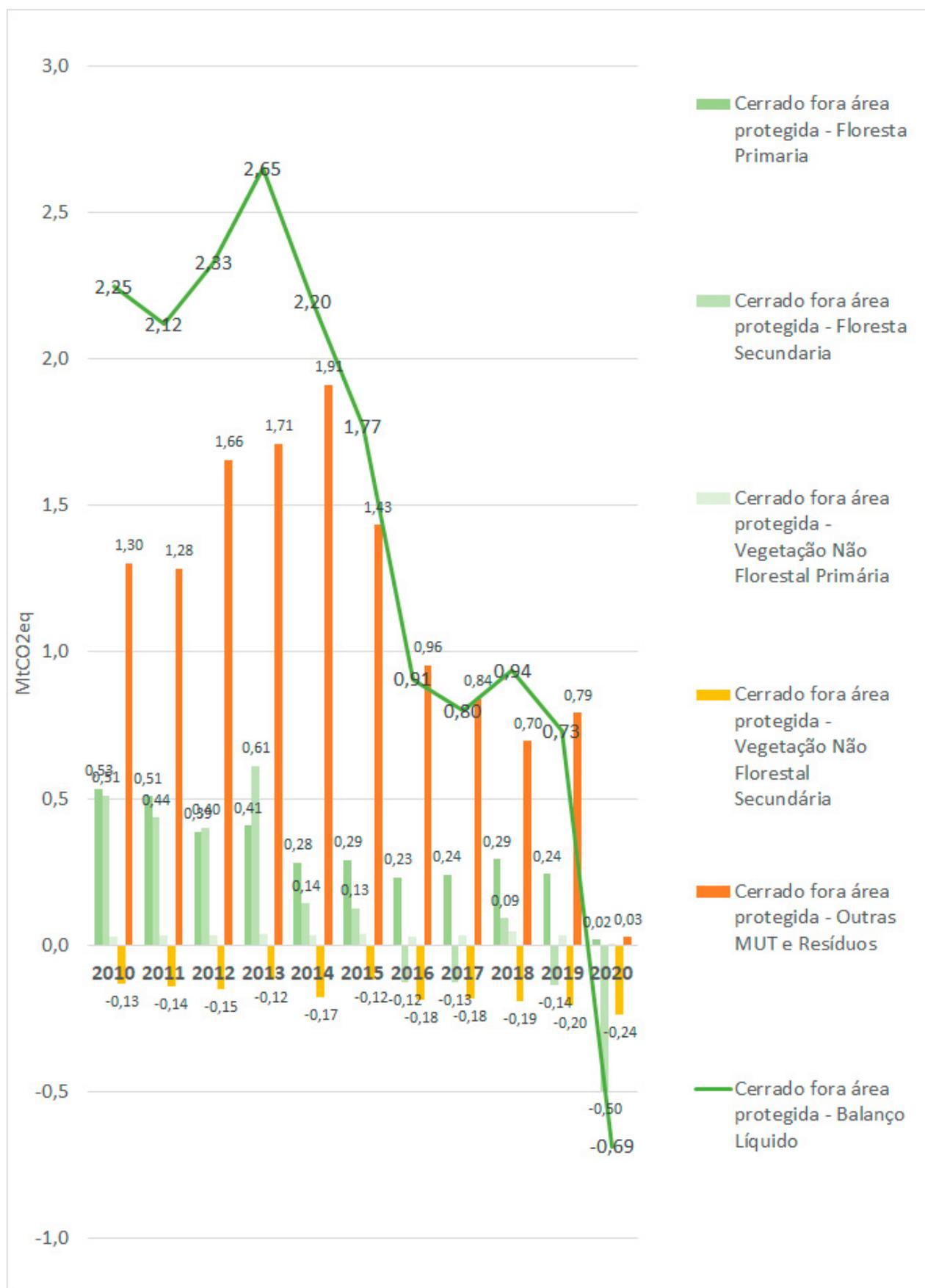
*Emissões e remoções no bioma Mata Atlântica paulista, em áreas não-protetidas, conforme SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*



*Emissões e remoções no bioma Mata Atlântica paulista, em áreas protegidas, conforme SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*



*Emissões e remoções no bioma Cerrado paulista, em áreas não-protegidas, conforme SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*

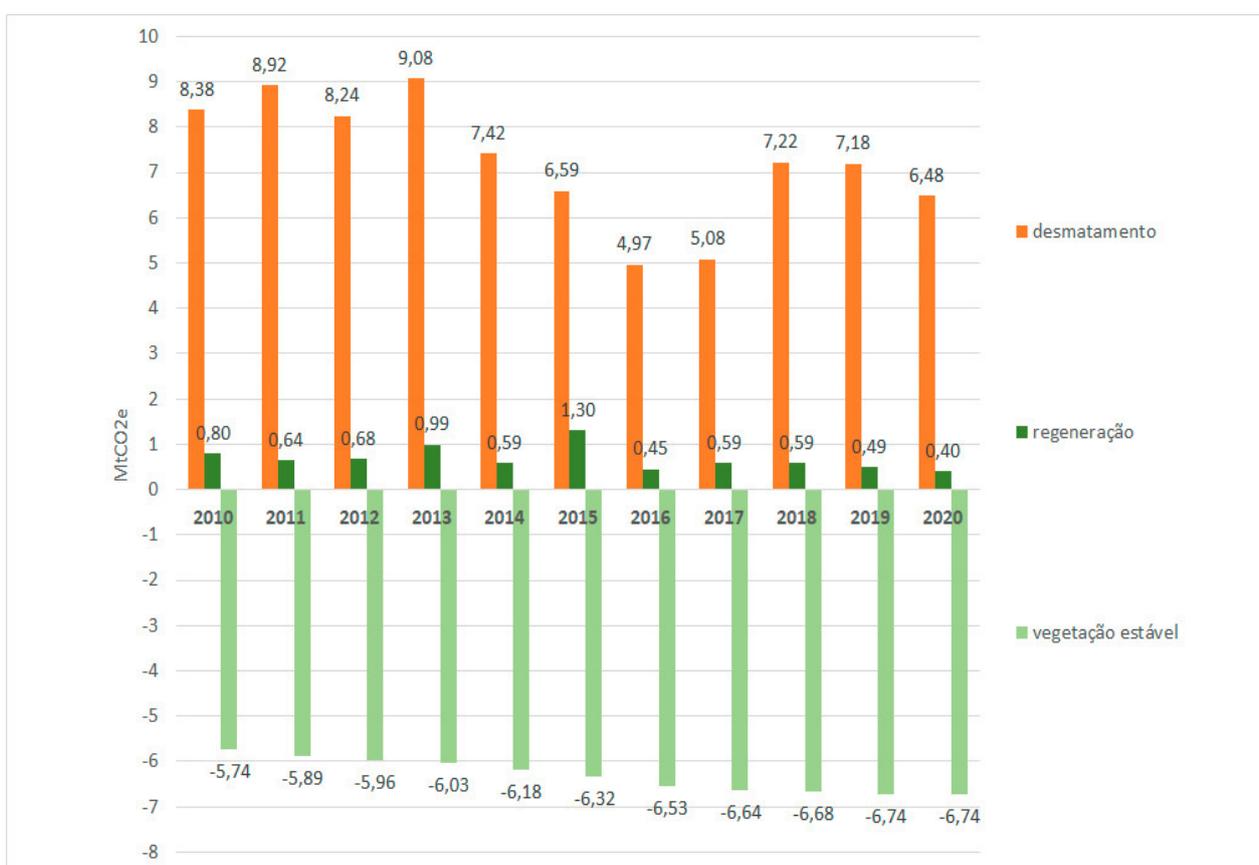


*Emissões e remoções no bioma Cerrado paulista, em áreas protegidas, conforme SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*

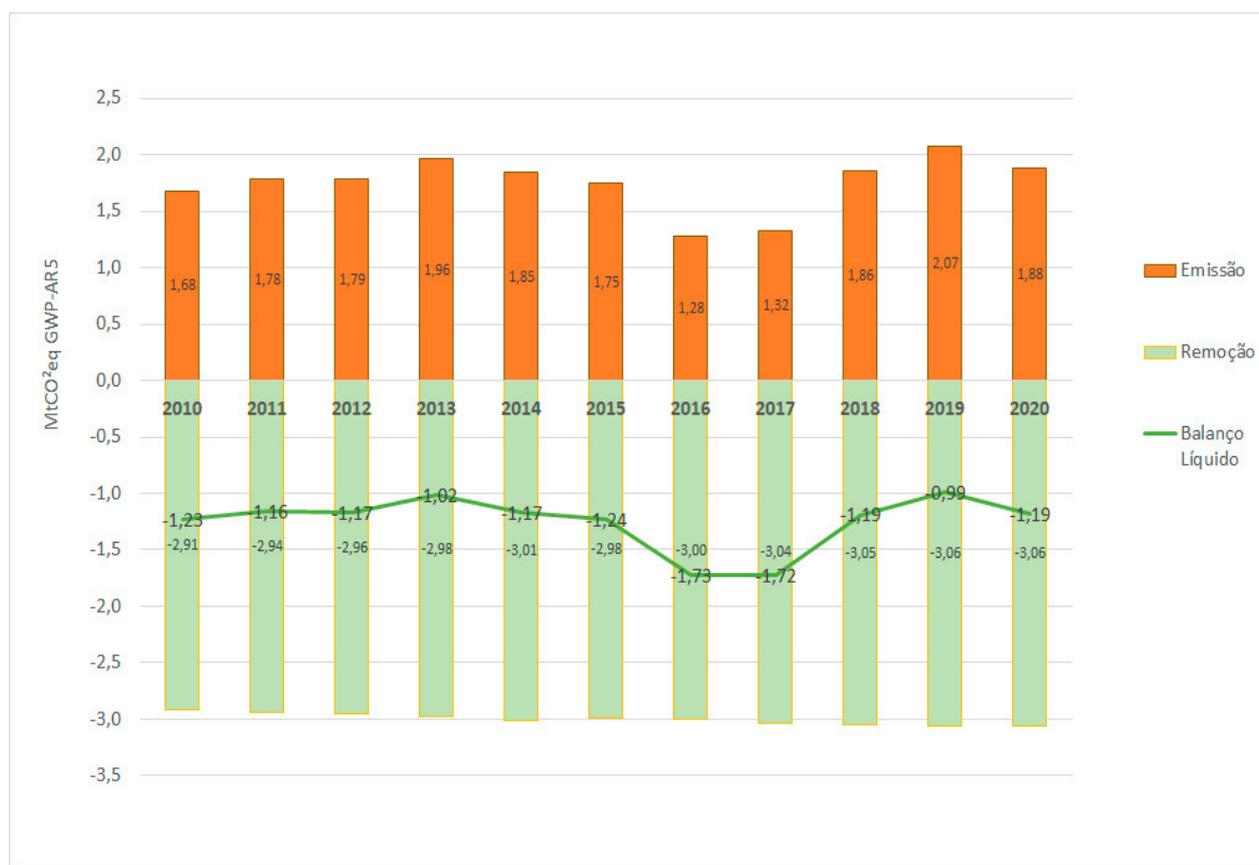


Foram identificados alguns comportamentos na vegetação nativa. Os dados em áreas também se traduzem por (i) emissões por desmatamentos; (ii) emissões e remoções por regeneração da vegetação nativa; e (iii) remoções por estabilização, ou seja, permanência da vegetação nativa, conforme figura que segue abaixo. As emissões por desmatamento de vegetação nativa flutuam com tendência de decréscimo e tem queda entre 2016 e 2017. A regeneração da vegetação nativa apresenta emissões, talvez pelo fato do tipo de transição (da mudança de uso do solo) e o período. As remoções ocorreram nas áreas nas quais a vegetação nativa permanece estável sendo que a maioria dessas áreas está inserida em áreas protegidas.

*Emissões e remoções em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq na vegetação nativa por atividades de desmatamento, pela regeneração e pela incorporação de carbono na vegetação estável em São Paulo, cf SEEG (2021). (SIMA/AMC, 2022)*



*Emissões brutas, remoções, e balanço líquido em Áreas Protegidas (terras indígenas e unidades de conservação). (SIMA/AMC, 2022)*



Resumidamente, as alternativas para abatimento das emissões do setor de mudanças de uso da terra e floresta seriam:

- incentivar a manutenção da floresta em pé ou da vegetação nativa não florestal estável (por meio de programas de REDD+, PSA, ou outros instrumentos financeiros), principalmente em Áreas de Proteção Ambiental (APA); no entorno de Unidades de Conservação; em corredores de biodiversidade; em bacias hidrográficas de abastecimento de água para a população urbana e rural; e, principalmente, em unidades de conservação de proteção integral não regularizadas em termos dominiais;
- estimular a implementação da agricultura de baixo carbono (ABC), com ampliação de áreas com sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas (por exemplo por meio do Programa Refloresta SP);
- fortalecer programas como o Corta Fogo, ampliando áreas de cobertura, participação da comunidade, instalação de equipamentos de monitoramento de detecção de incêndios e construção de uma plataforma com acesso público para relato detalhado dos incêndios ocorridos (superfície, atividade atingida e outras informações relevantes para a elaboração de inventários de emissões);
- estimular pesquisas e programas para a preservação do estoque e remoção do carbono orgânico em ambientes costeiros (Carbono Azul) com foco na preservação dos

manguezais, nas comunidades bentônicas (como as algas marinhas) e no monitoramento de estoque de carbono marinho;

- realizar mapeamento de áreas propícias em ambientes marinhos para implantação de usinas de energia solar e eólicas offshore;

- criar novas unidades de conservação da natureza, incluindo Reservas Particulares do Patrimônio Nacional.

- utilizar o Zoneamento Ecológico Econômico para que os municípios, Regiões Metropolitanas e demais regionalizações, orientem suas dinâmicas de urbanização e uso do solo agrícola em consonância com a valorização das áreas vegetadas.

## 8. Conclusões

Realizado um balanço do comportamento das emissões, a tabela a seguir traz um panorama sintetizado da implementação geral da Política Estadual de Mudanças Climáticas paulista.

Conclui-se, pelo histórico, que é improvável que São Paulo reduza drasticamente suas emissões se não houver alinhamento com políticas climáticas ambiciosas e abrangentes por parte do Governo Federal - o que não ocorreu na última década. Esse panorama tende a mudar por conta de pressões sociais e de mercado, nacionais e internacionais, da judicialização dos desastres, da litigância climática, dos estados de emergência, do estabelecimento de barreiras comerciais a produtos considerados insustentáveis e, principalmente, pela frequência crescente de eventos climáticos intensos, que reforçarão a importância e o papel formal dos governos subnacionais na tomada de decisão e implementação das políticas de clima.

Nas páginas seguintes, o quadro esquemático (SIMA/AMC, 2022) sintetiza o estágio de implementação da PEMC em fevereiro de 2022.

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
Art 7	Comunicação Estadual, quinquenal, metodologia IPCC	Publicada pela CETESB em 2011. Após esse ano, inventários (até 2020) e demais ações sem a organização numa única obra.
Art 7, I	Inventário discriminado de emissões e remoções de gases de efeito estufa	Em 2011 a CETESB publicou inventário para os anos 1990 a 2005, exceto para o setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUTF), cobrindo os principais GEE. Atualizações posteriores até 2008 (todos os setores) e 2015 (série - MUTF). Entre 2013 e 2019, Relatórios Setoriais de Referência com metodologias. Em 2021, acordo de cooperação técnica entre SIMA e SEEG para uso da base de dados do SEEG pela SIMA para os anos 1990 a 2020, cobrindo todos os setores e grande parte dos GEE (lacunas em alguns gases industriais).
Art 7, II	Mapa com avaliação de vulnerabilidades e necessidades de prevenção e adaptação aos impactos climáticos, integrado às ações da Defesa Civil	Elaborados pelo extinto Instituto Geológico (IG), atual Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), mapas disponíveis para todo estado, em escala regional (1:75.000 para perigo a inundação, escorregamento e vulnerabilidade social). Com elaboração do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), cartas de suscetibilidade a escorregamento, inundação e enxurrada para 196 municípios (escala 1:25.000). Mapas de riscos em escala de detalhe (1:3.000) para 129 municípios, realizados pelo IG e IPT. Cadastro de Ocorrências de Eventos e Desastres, entre 1991-2020, atualmente com 58.189 registros, realizado pelo IPA (iniciado no IG)
Art 7, III	Referência a planos de ação específicos de prevenção, mitigação e adaptação	Não citados na Comunicação Estadual, mas presentes neste Relatório

<b>PEMC, L. 13798/09</b>	<b>Tópico</b>	<b>Execução</b>
<b>Art 8</b>	Avaliação Ambiental Estratégica plano quinquenal de desenvolvimento setorial	Não consolidada
<b>Art 8, I</b>	Zoneamento Ecológico-Econômico, decenal, disciplinamento territorial de atividades	Em implantação. Plataforma ZEE prevista para ser entregue em julho de 2022.
<b>Art 8, II</b>	Estratégias para zonas e atividades de maior vulnerabilidade	ZEE, Carta Síntese e Relatórios previstos para julho de 2022
<b>Art 8, III</b>	Metas de redução, setoriais ou tecnológicas	Não realizadas
<b>Art 8, IV</b>	Transporte sustentável	Planos integrados de transportes urbanos PITU 2030 realizado e PITU 2040 previsto para dezembro de 2022
<b>Art 8, V</b>	Aspectos locais, relações intermunicipais, iniciativas metropolitanas, modelos regionais e ação integrada entre os órgãos públicos;	Diversas ações não integradas sob a perspectiva climática
<b>Art 8, VI</b>	Políticas e medidas de mitigação e absorção de emissões de GEE	Não integradas. Algumas delas propostas pelos Relatórios de Curvas de Mínimo Custo Marginal publicados pela CETESB. Tentativas de se estabelecerem metas setoriais, sem sucesso. Medidas voluntárias bem recepcionadas, mas ainda não harmonizadas. PEMC frequentemente citada em iniciativas, mas com viés introdutório basicamente.
<b>Art 8, VII</b>	Medidas de prevenção e adaptação	Programa Municípios Resilientes pela SIMA, com planos municipais em curso

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
<b>Art 8, VIII</b>	Estratégias de mitigação induzidas além de São Paulo	CADMADEIRA para produtos florestais, Programa Etanol Verde para biocombustíveis
<b>Art 8, IX</b>	Proposição de padrões ambientais	Proposta da CETESB ao PROCONVE, limites de CO <sub>2</sub> veicular em todo o país
<b>Art 8, X</b>	Assistência aos municípios para inventários, ações de mitigação e adaptação	Demonstração do uso da base SEEG, inventários do Setor Energia por municípios pela SIMA, Programas Município Verde-Azul, Programa Nascentes, Programa Municípios Resilientes, treinamentos e capacitações oferecidos pela CETESB e pelo ZEE/SIMA
<b>Art 8 §u</b>	SMA (SIMA) definir indicadores para avaliar os efeitos da lei e publicar resultados de acompanhamento.	Propostos neste Relatório, mas ainda não adotados
<b>Art 9</b>	Registro Público de Emissões (RPE)	Emissões informadas à CETESB por alguns empreendimentos. Análises em elaboração. Responsabilidade não devidamente atribuída dificulta a execução. No entanto, as emissões informadas à CETESB (pelos inventários corporativos ou pelo Acordo SP) poderão dar base a este item
<b>Art 9 §1º</b>	Participação voluntária no RPE	Protocolo Climático do Estado (2015-2018), Acordo SP (2019- ). Métodos de cálculos, agrupamento de declarações, certificações e análises em construção
<b>Art 9 §2º</b>	Incentivos para a adesão ao RPE Registro Público:	Incentivos de mérito
<b>Art 9 §3º</b>	Abrangência do RPE	Inventário das fontes pela CETESB não acessado. Acordos voluntários com métricas ainda em construção.

<b>PEMC, L. 13798/09</b>	<b>Tópico</b>	<b>Execução</b>
<b>Art 9 §3º</b>	Linhas de corte para obrigatoriedade de certificação por terceira parte no RPE	Não estabelecidas
<b>Art 11, 12</b>	Padrões sustentáveis de produção, comércio e consumo	Alguns produtos contemplados em compras públicas estaduais: papel, aparelhos elétricos, combustíveis
<b>Art 12, I</b>	Licitação sustentável	Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis. Alguns produtos (biocombustíveis, papel, aparelhos de ar condicionado). Decreto em revisão.
<b>Art 12, II</b>	Responsabilidade pós-consumo	Sem interface identificada com a área de Clima
<b>Art 12, III</b>	Conservação de energia, eficiência na produção e no uso final das mercadorias;	Medidas aplicadas a prédios públicos, mas não a produtos. Proposta para um dos eixos do PAC2050
<b>Art 12, IV</b>	Combustíveis mais limpos e energias renováveis	Programas para bioenergia, solar
<b>Art 12, V</b>	Extração mineral	Licenciamento exige medidas adaptativas e preventivas, mas nenhuma de mitigação de emissões
<b>Art 12, VI</b>	Construção civil	Incorporação de boas práticas e tentativas de estabelecer um programa mais abrangente de Construção Sustentável
<b>Art 12, VII, VIII</b>	Agropecuária e extrativismo	Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC SP) descontinuado. Pesquisa nas diversas instituições. Implementação do Cadastro Ambiental Rural e Programa de Recuperação Ambiental (CAR/PRA)
<b>Art 12, IX</b>	Transporte	Foco nas rodovias e trilhos, não integrados à PEMC

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
<b>Art 12, X</b>	Eficiência energética nos edifícios públicos;	Iniciado o Programa Integrado de Gestão Energética (SIMA, 2020g)
<b>Art 12, XI</b>	Macro drenagem e múltiplos usos da água	Trabalhos em andamento pela Coordenadoria de Recursos Hídricos (SIMA, 2021q)
<b>Art 12, XI</b>	Redução do desmatamento e queimadas, recuperação de ecossistemas dentro e fora do Estado	Programa Corta Fogo, Etanol Verde, Programa Nascentes, Conexão Mata Atlântica, Plano de Fiscalização Ambiental, Programa Madeira Legal, Programa Palmito Legal (Juçara). Criação de Unidades de Conservação e Áreas Protegidas. CAR/PRA.
<b>Art 12, XII</b>	Indústria, estímulos	Acordo SP, Protocolo Climático, Estudos CETESB-BID. Incentivos econômicos e fiscais ainda sem métrica climática associada
<b>Art 13</b>	Padrões de desempenho ambiental de produtos comercializados em seu território	Não realizados. A lei faculta o estabelecimento.
<b>Art 14</b>	Parcerias públicas e privadas para micro e pequenas empresas reduzirem emissões	Não realizadas sob essa chancela
<b>Art 15</b>	Licenciamento ambiental de empreendimentos e suas bases de dados compatíveis com Comunicação Estadual, Avaliação Ambiental Estratégica e Registro Público de Emissões	Não compatibilizado. Mitigação não integrada ao controle da poluição e ao gerenciamento da qualidade. Realizada parcial orientação à sociedade sobre os fins da lei por meio de outros instrumentos normativos, normas técnicas e manuais de boas práticas.
<b>Art 16</b>	Transporte sustentável prioritário	Não integrado à PEMC. Algumas medidas realizadas.

<b>PEMC, L. 13798/09</b>	<b>Tópico</b>	<b>Execução</b>
<b>Art 17</b>	Gerenciamento de Recursos Hídricos considerando as mudanças climáticas	Reconhecimento da questão climática no gerenciamento, com ênfase em adaptação. presente no Plano Estadual de Recursos Hídricos. Medidas em andamento.
<b>Art 18</b>	Plano Diretor de Resíduos Sólidos e ações no âmbito da Política Estadual de Resíduos Sólidos contemplando mudanças climáticas	Contemplado pela recuperação de biogás e biometano, reciclagem
<b>Art 19</b>	Incentivo à recuperação de metano gerado por resíduos e efluentes	Contemplado pela recuperação de biogás e biometano
<b>Art 20</b>	Plano Estratégico para Ações Emergenciais - PEAEE para resposta a eventos climáticos extremos	Planos da Defesa Civil, sem esse título
<b>Art 21</b>	Sensibilização, conscientização, mobilização e disseminação de informações. Estudos, pesquisas, educação e capacitação. Assistência técnica.	Realizados
<b>Art 22, I</b>	Instrumentos econômicos e crédito financeiro a mitigação e adaptação	Desenvolve SP com linhas de crédito especiais (mitigação)
<b>Art 22, II</b>	Cobrança a emissores	Não realizado
<b>Art 22, III</b>	Estímulos econômicos para conservação e reflorestamento	Programas PSA e Nascentes

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
<b>Art 22, IV</b>	Estimular o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, mercados de carbono	MDL deixou de existir e programas similares estão em estudo
<b>Art 23</b>	Programa Remanescentes Florestais para matas ciliares e outros tipos de fragmentos florestais, com pagamento por serviços ambientais (PSA)	Realizado sob outras chancelas: Programas Nascentes e PSA
<b>Art 24</b>	Uso dos recursos por reduções certificadas de emissões (RCEs) de titularidade da Administração Pública	Descontinuado com o fim do MDL, aguardando definições do Acordo de Paris
<b>Art 25</b>	Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO para mudanças climáticas	Recursos aplicados em projetos de Adaptação
<b>Art 26</b>	Fundo Estadual de Controle e Prevenção da Poluição - FECOP voltado para Clima	Fundo focado em resíduos sólidos urbanos e algumas ações de reuso de água, que substitui no texto da lei o que era para ser um fundo exclusivo à adaptação climática. Novos projetos de restauração ecológica em estudo.
<b>Art 27, I</b>	Programas de adaptação às mudanças climáticas e aos eventos extremos que priorizem as populações mais vulneráveis	Realizado pela Defesa Civil, ainda sem uma coordenação formalizada em torno da PEMC

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
<b>Art 27, II</b>	Mecanismos jurídicos para a proteção da saúde, defesa do consumidor e demais interesses difusos relacionados	Realizado, sem uma coordenação em torno da PEMC
<b>Art 27, III</b>	Acordos setoriais de redução voluntária das emissões entre Governo Estadual e entidades empresariais privadas	Acordo SP, Protocolo Climático
<b>Art 27, IV</b>	Fortalecer as instâncias de governo e capacitar entidades	Realizados cursos e palestras
<b>Art 27, V</b>	Ampla e frequente consulta à sociedade civil, participação constante e ativa nos fóruns e articulação com outras políticas e programas nas esferas nacional ou internacional	Realizado pelo Fórum Brasileiro (2019-2021), coordenação sediada na SIMA
<b>Art 27, VI</b>	Articulação municipal e cooperação federal	Realizadas
<b>Art 27, VI</b>	Cooperação com governos, organismos internacionais, agências multilaterais, organizações não governamentais internacionais e entidades paulistas	Realizada por meio das redes de governo subnacionais e nacionais.
<b>Art 27, VI</b>	Apoio a financiamentos nacionais e internacionais	Realizado

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
Art 27, VI	Participação nas COPs	Realizada
Art 27, VI	Dimensão climática no processo decisório relativo às políticas setoriais	Parcialmente realizada
Art 27, VI	Integração da PEMC a acordos internacionais correlatos	Análises para ODS (Desenvolvimento Sustentável), CBD (Biodiversidade), Emenda de Kigali (gases refrigerantes), Marco de Sendai (Desastres)
Art 27, VI	Articulação federal para acesso aos dados e informações para inventários dos municípios.	Através do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas junto ao MCTI (SIRENE). Acordo SIMA - SEEG pode ser replicado.
Art 27, VI	Apoio a Defesa Civil dos municípios;	Realizado
Art 27, VI	Instalação prioritária de serviços públicos em regiões periféricas predominantemente residenciais;	Sem maiores condições de avaliação por este Relatório. Iniciativas de Defesa Civil levam em conta tais prioridades
Art 28	Órgãos integrantes do Sistema Estadual do Meio Ambiente deverão compatibilizar a aplicação dos instrumentos da Política Estadual do Meio Ambiente com a PEMC	Realizado pelo CONSEMA

PEMC, L. 13798/09	Tópico	Execução
<b>Art 28 §u</b>	PROCLIMA coordenando inventário e acompanhando monitoramento de vulnerabilidades, implementação de medidas de adaptação e a sistematização de informações sobre as emissões de gases de efeito estufa.	Em execução. Em mitigação, PROCLIMA apoiado pela SIMA/AMC. Em adaptação, pela SIMA/Alnt.
<b>Art 29</b>	Criação do Conselho Estadual de Mudanças Climáticas para acompanhar a implantação e fiscalizar a execução da PEMC	Criado em 2010, não operante
<b>Art 30</b>	SMA (atual SIMA) fixará diretrizes para Comunicação Estadual, Avaliação Ambiental Estratégica e Registro Público de Emissões.	Não fixadas
<b>Art 31</b>	Medidas reais, mensuráveis e verificáveis para reduzir emissões	MRV ainda não estabelecido.
<b>Art 31, I</b>	Metas de estabilização ou redução de emissões, individual ou conjuntamente com outras regiões do Brasil e do mundo;	Neutralidade climática em 2050, através do Decreto 65.881, de 20/07/2021, aderindo à campanha Race to Zero Race da ONU
<b>Art 31, II</b>	Metas de eficiência setoriais	Não definidas

<b>PEMC, L. 13798/09</b>	<b>Tópico</b>	<b>Execução</b>
<b>Art 31, III</b>	Mecanismos adicionais de troca de direitos obtidos.	Não definidos
<b>Art 32</b>	Comunicar o inventário das emissões que definirão as bases para o estabelecimento de metas pelo Estado.	Inventário realizado a partir de 2011, consolidado de forma sistemática em 2021. Metas não definidas.
<b>Art 32 §1º</b>	Meta global de 20% de CO <sub>2</sub> em 2020, base 2005	Não atingida, conforme este Relatório
<b>Art 32 §2º</b>	Facultadas metas indicativas intermediárias, globais ou setoriais, antes de 2020.	Não estabelecidas
<b>Art 33, I</b>	Comunicação em até 1 ano	Realizada em 2011
<b>Art 33, II</b>	Publicar metodologia de Registro Público de Emissões (RPE) em até 6 (seis) meses	Metodologia para RPE não definida. As diretrizes para o Acordo SP recomendam o IPCC e o GHG Protocol. Inventários corporativos enviados à CETESB em análise
<b>Art 33, II</b>	Publicar os resultados do RPE em 1 ano	Não realizado
<b>Art 33, IV</b>	Critérios para a Avaliação Ambiental Estratégica e o Zoneamento Econômico-Ecológico em 6 meses	ZEE em fase final de consulta pública, AAE não realizada
<b>Art 33, V</b>	AAE em até 2 anos	Não realizada com esse nome
<b>Art 33, VI</b>	ZEE em até 2 anos	ZEE em fase final de consulta pública,

<b>PEMC, L. 13798/09</b>	<b>Tópico</b>	<b>Execução</b>
<b>Art 33, VII</b>	Plano de Transporte Sustentável em 1 ano	Realizado em 2011 e atualizado em 2013, depois descontinuado
<b>Art 33, VIII</b>	Modelo de licitação pública sustentável em 1 ano	Operacionalizado sob o Programa Compras Públicas Sustentáveis da SIMA
<b>Art 33, IV</b>	Plano participativo de adaptação em 2 anos	Consulta pública aberta em 2011 e não concluída. Plano não implantado. Programa Municípios Resilientes (2021) e ações de Defesa Civil buscam suprir em parte. Plano Estadual de Adaptação Climática em elaboração, conclusão prevista para dezembro de 2022
<b>Art 33, IV</b>	Tornar públicas em 6 meses as informações do Programa Nacional de Controle de Emissões Veiculares - PROCONVE	Não realizada
<b>Art 33, §u</b>	Cronograma das etapas para cumprimento dos prazos em 3 meses	Não realizado

## 9. Perspectivas

Os 11 anos de vigência da lei climática paulista permitiram um vasto aprendizado para políticas na área de clima, não só para São Paulo mas para outras jurisdições em todo o mundo. A meta de 20%, estabelecida em linha com o IPCC (2007) e às vésperas da CoP11 de Copenhague, baseava-se na expectativa de ambiciosos acordos internacionais e políticas nacionais, promovendo, de forma concertada, uma forte descarbonização de toda a economia. Ainda que a meta não tenha sido atingida, a PEMC ainda vige e serve de arcabouço para novos compromissos, como o Acordo de Paris de 2015. O histórico da implementação da PEMC aponta diversos pontos comuns em políticas de clima:

- O não-cumprimento de metas - caso também dos compromissos brasileiros de 2009 (Talanoa, 2020) e do próprio Protocolo de Quioto de 2005 (Wikipedia, 2021) ;
- A possibilidade de políticas de clima poderem atuar em temas estruturais (como ganhos de eficiência e descarbonização de processos), aumentando a resiliência mas estando, ainda assim, fortemente dependentes de questões conjunturais (crise econômica, preferências por fontes fósseis de energia, mudanças na matriz produtiva por perda de competitividade);
- O entendimento de que políticas climáticas são precedidas pela obtenção de recursos financeiros através dos chamados créditos de carbono, sem nenhuma contrapartida em termos de limitação compulsória das próprias emissões;
- A expectativa de que a transferência de tecnologia, a provisão de financiamento e a facilitação de meios de implementação venham todos de fora do país;
- O compasso de espera por definições das negociações internacionais de clima e de medidas federais para o cumprimento da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC);
- A desconexão de governos subnacionais - estados e municípios - para estabelecer políticas sistemáticas e harmonizadas;
- A preferência pelo curto prazo e ênfase no voluntarismo, levando a ações fragmentadas, descontinuadas, voláteis e sem métricas adequadas;
- A relutância em limitar as emissões de gases de efeito estufa no licenciamento ambiental, em precificar o carbono e em criar mercados, em definir critérios objetivos e transparentes de mensuração, reporte e verificação.

Em suas participações nas conferências da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC - COPs), representantes de São Paulo abordam e reforçam medidas como o aprimoramento dos mecanismos institucionais e o fortalecimento dos agentes - municípios, empresariado e outros setores não-governamentais. Nessa linha, São Paulo aderiu ao esforço global pela neutralidade de emissões até 2050. Assim como outros estados e municípios, São Paulo tem condições de exigir diretamente, ou

desenvolver através de articulação federativa, representação em conselhos, envolvimento e comprometimento de atores da sociedade civil por padrões tecnológicos para produtos e processos compatíveis com o objetivo de neutralidade de emissões de gases de efeito estufa estabelecido. O Estado pode também atuar para que esses gases sejam considerados poluentes regulamentados e precificar o carbono via mercado ou diferenciação tributária.

Diversas recomendações foram apresentadas ao longo deste relatório, que, através de informações adequadas, espera contribuir positivamente para os esforços de implementação da PEMC, especialmente o Plano de Ação Climática - PAC 2050.

## Referências

- Abal, 2021. Anuário Estatístico 2020 . Disponível para compra em <https://www.abalconteudos.abal.org.br/product-page/anu%C3%A1rio=-estat%C3%ADstico-abal2020-#:~:text=O%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20ABAL%202020,alum%C3%ADnio%20prim%C3%A1rio%20e%20produtos%20transformados>.
- Abiquim, 2015. Anuário da Indústria Química Brasileira. Acesso não-público, versões até 2019 via Centro de Documentação da Abiquim (Cedoc), telefone (11) 2148-4766, e-mail [cedoc@abiquim.org.br](mailto:cedoc@abiquim.org.br) e [comunicacao@abiquim.org.br](mailto:comunicacao@abiquim.org.br)
- ABr, 2021 Estatísticas. Instituto Aço Brasil. Disponível em <https://acobrasil.org.br/site/estatistica-mensal/>
- ACA Brasil, 2021. Signatários. Aliança pela Ação Climática. Disponível em <https://acabrasil.org.br/signatarios/>
- ANFAVEA, 2021. Coletiva de imprensa - 6 de dezembro. Disponível em <https://youtu.be/EqzPvDXXFio>
- Angelo, J. A.; Oliveira M. D. M.; Ghobril, C. N., 2020. Balança Comercial dos Agronegócios Paulista e Brasileiro, Janeiro a Outubro de 2020. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 15, n. 12, dez :Disponível em <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14872>
- ANP, 2020. Renovabio. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>
- Bhatia SC, 2014. Issues relating to biofuels. *Advanced Renewable Energy Systems* pp 688-718. Disponível em (doi) <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-269-3.50026-7>
- Brasil, 1993, Lei Federal n. 8723 de 28.10. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8723.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8723.htm)
- Brasil, 2010. Lei n. 12.305, de 02.08.2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)
- Brasil, 2022. Decreto n. 10.936 de 12.01.2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm)
- Câmara dos Deputados, 2022. Câmara dos Deputados, 2022. Árvore de apensados de PL 290/2020. Disponível em <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2237082/arvore-de-apensados>
- CETESB e BID, 2019. Estudo de baixo carbono para a indústria do estado de São Paulo de 2014 a 2030. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/estudo-de-baixo-carbono-para-a-industria-do-estado-de-sao-paulo-de-2014-a-2030-2/>
- CETESB e FUNCATE, 2012. Emissões do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (1994 – 2008): Relatórios de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/>

materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/ .

CETESB e FUNCATE, 2016. Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas do Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (2008 – 2011) – Relatórios de Referência. Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/> .

CETESB e FUNCATE, 2019. Emissões e Remoções do Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas 2011 a 2015. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2020/03/PUBLICA%C3%87%C3%83O-USO-DA-TERRA-2011-2015\\_On-Line.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2020/03/PUBLICA%C3%87%C3%83O-USO-DA-TERRA-2011-2015_On-Line.pdf)

CETESB, 2008. Relatório do Inventário Estadual de Fontes Fixas. Emissões de CO<sub>2</sub> – Fontes Industriais – Combustíveis Fósseis. Disponível em <https://tinyurl.com/100CO2SP2008>

CETESB, 2011. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo: Comunicação Estadual. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/01/Primeiro\\_Inventario\\_GEE\\_WEB\\_Segunda-Edicao-v1.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/01/Primeiro_Inventario_GEE_WEB_Segunda-Edicao-v1.pdf)

CETESB, 2012. Decisão de Diretoria Nº 254/2012/V/I, de 22/08/2012. Dispõe sobre os critérios para a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa no Estado de São Paulo e dá outras providências. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empresendimentos/decisao-de-diretoria/decisao-de-diretoria-no-2542012vi-de-22-8-2012/>

CETESB, 2013a. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo: Período 1990 a 2008. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/prozoesp/wp-content/uploads/sites/16/2014/02/Sumario-Executivo.pdf>

CETESB, 2013b. Emissões do Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos: Relatório de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/> .

CETESB, 2013c. Emissões do Setor de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos: Relatório de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/> .

CETESB, 2014a. Emissões do Setor de Energia – Subsetor de Transportes: Relatório de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/10-inventario-de-emissoes-antrópicas-de-gases-de-efeito-estufa-diretos-e-indiretos-do-estado-de-sao-paulo-periodo-1990-a-2008-2/emissoes-do-setor-de-energia/>

CETESB, 2014b. Emissões do Setor de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos, 2009-2010: Relatório de Referência. Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/> .

CETESB, 2014c. Emissões no Setor de Energia: Abordagem de Referência (Top Down): Sumário Executivo. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de

- São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/>
- CETESB, 2015a. COP15 – Copenhague, Dinamarca (dezembro de 2009) – Políticas Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencia-das-partes-cop/negociacoes-internacionais-cop/cop-15-copenhague-dinamarca-dezembro-de-2009-politicas-estadual-de-mudancas-climaticas-pemc/>
- CETESB, 2015b. Decisão de Diretoria Nº 125/2015/V/I, 26 de maio de 2015. Dispõe sobre a prorrogação de prazo para a entrega do inventário de emissões de gases de efeito estufa no Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empreendimentos/decisao-de-diretoria/decisao-de-diretoria-no-1252015vi-26-de-maio-de-2015>
- CETESB, 2015c. Emissões do Setor de Agropecuária: Relatório de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/emissoes-do-setor-de-agropecuaria/>
- CETESB, 2016. Emissões no Setor de Energia: Abordagem Setorial (Bottom-Up): Sumário Executivo. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/>
- CETESB, 2018. Minuta de Resolução CONAMA. Dispõe sobre novas exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, de limitação da emissão de gases de efeito estufa para veículos automotores leves novos de uso rodoviário, motores e veículos pesados, e motocicletas e veículos similares, e dá outras providências. Disponível em [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/docs/2018-04-09-minuta\\_resolucao\\_conama.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/docs/2018-04-09-minuta_resolucao_conama.pdf)
- CETESB, 2019. Emissões e Remoções do Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas 2011 a 2015. Sumário Executivo. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2020/03/Sumario-Executivo\\_USO-DA-TERRA-2011-2015.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2020/03/Sumario-Executivo_USO-DA-TERRA-2011-2015.pdf)
- CETESB, 2020a. Manual de preenchimento. Inventário de emissões de gases de efeito estufa corporativo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empreendimentos/envio-de-inventario-de-gases-de-efeito-estufa/manual-de-preenchimento/>
- CETESB, 2020b. Programa Mata Ciliar, 5 anos de sucesso. Disponível em <https://indd.adobe.com/view/af88b39d-217a-416e-8bfb-bb5fd44bc5cd>
- CETESB, 2021a. Acordo Ambiental São Paulo 56 Casos de Sucesso na Agenda Climática. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/Livro-Acordo-Ambiental-Sao-Paulo-56-casos-de-sucesso-na-agenda-climatica.pdf>
- CETESB, 2021b. Acordo Ambiental São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/acordo-ambiental-sao-paulo/>
- CETESB, 2021c. Decisão de Diretoria nº 035/2021/P, de 13 de abril de 2021. Dispõe sobre os critérios para a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa que deverão enviar o inventário de emissões para a CETESB no Estado de São Paulo e dá outras providências. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empreendimentos/wp-content/uploads/sites/35/2021/04/DD-035-2021-P.pdf>

- CETESB, 2021d. Nota Técnica 01 Quantificação e Relato de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/Nota-Tecnica-01-Quantificacao-e-Relato-de-Emissoes-de-Gases-de-Efeito-Estufa.pdf>
- CETESB, 2021e. PCPV Plano de Controle de Poluição Veicular 2020 – 2022. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2021/01/PCPV-Plano-de-Controle-de-Poluicao-Veicular-do-Estado-de-Sao-Paulo-2020-2022.pdf>
- CETESB, 2022. Envio de Inventário de Gases de Efeito Estufa. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empreendimentos/#:~:text=Envio%20de%20Invent%C3%A1rio%20de%20Gases%20de%20Efeito%20Estufa&text=Os%20invent%C3%A1rios%20de%20emiss%C3%B5es%20de,a%20dezembro%20do%20ano%20anterior>
- CETESB, sd. Fumaça preta. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/fumaca-preta>
- CGU, 2021. Guia Nacional de Contratações Sustentáveis. Disponível em. <https://www.gov.br/agu/pt-br/comunicacao/noticias/AGUGuiaNacionaldeContrataesSustentveis4edio.pdf>
- CONAB. 2016. Companhia Nacional de Abastecimento – Séries Históricas. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>
- CONTRAN, 2018. Deliberação nº 170, de 5 de abril de 2018 Suspende, por tempo indeterminado, a Resolução CONTRAN nº 716, de 30 de novembro de 2017, que estabelece a forma e as condições de implantação e operação do Programa de Inspeção Técnica Veicular em atendimento ao disposto no art. 104 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Disponível em <https://diariodotransporte.com.br/wp-content/uploads/2018/04/DELIBERAC%CC%A7A%CC%83O-N%C2%BA-170-DE-5-DE-ABRIL-DE-2018-Dia%CC%81rio-Oficial-da-Unia%CC%83o.pdf>
- CPTM e STM, 2013. Ligações Ferroviárias Regionais: Considerações preliminares e Diretrizes. Companhia Paulista de Transportes Metropolitanos e Secretaria de Transportes Metropolitanos, [www.antt.gov.br/html/objects/\\_downloadblob.php?cod\\_blob=12430](http://www.antt.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=12430)
- EC, 2012. Indirect Land Use Change (ILUC). European Commission [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO\\_12\\_787](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_12_787)
- EC, 2022. Council agrees on the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). European Council. Disponível em <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/03/15/carbon-border-adjustment-mechanism-cbam-council-agrees-its-negotiating-mandate/>
- EMBRAPA 2011. Marco Referencial; Integração lavoura-pecuária-floresta. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/923530/1/balbino01.pdf>
- EPE, 2020. Calculadora 2050. Disponível em <http://calculadora2050.epe.gov.br>
- Dall'Agnol L, 2021. São Paulo é apontado pela ONU como exemplo em políticas ambientais, <https://veja.abril.com.br/blog/radar/sao-paulo-e-apontado-pela-onu-como-exemplo-em-politicas-ambientais/#:~:text=S%C3%A3o%20Paulo%20foi%20reconhecido%20por,de%20efeito%20estufa%20at%C3%A9%202050>
- FBMC, 2021. Fórum Brasileiro de Mudança do Clima. Disponível em [https://www.youtube.com/channel/UCfUOwFAMWoFkbiT64-MJ5\\_w](https://www.youtube.com/channel/UCfUOwFAMWoFkbiT64-MJ5_w)
- FBPDP, 2013. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Área do Sistema Plantio Direto. Disponível em: [http://febrapdp.org.br/download/PD\\_Brasil\\_2013.jpg](http://febrapdp.org.br/download/PD_Brasil_2013.jpg)

- Ferreira Filho JBS, Horrigan FM, 2014. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. *Land Use Policy* (36) 595-604, Jan 2014. Disponível (doi) em <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.015>
- FUNCATE, CETESB, 2012. Emissões do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (1994 – 2008): Relatórios de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/>.
- FUNCATE, CETESB, 2016. Emissões do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (2008-2011): Relatórios de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-do-estado-de-sao-paulo-publicacoes/>.
- FUNCATE, CETESB, 2019. Emissões do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (2011-2015): Relatórios de Referência. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2020/03/PUBLICA%C3%87%C3%83O-USO-DA-TERRA-2011-2015\\_On-Line.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2020/03/PUBLICA%C3%87%C3%83O-USO-DA-TERRA-2011-2015_On-Line.pdf)
- GHG Protocol, 2020. Global Warming Potential Values. Disponível em: [https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29\\_1.pdf](https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf)
- GIZ e SIMA, 2021. Guia de Adaptação e Resiliência Climática para Municípios e Regiões. Disponível em [https://smastr16.blob.core.windows.net/municipiosresilientes/sites/257/2021/09/guia\\_-adaptacao-e-resiliencia-climatica-para-municipios-e-regioes\\_final.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/municipiosresilientes/sites/257/2021/09/guia_-adaptacao-e-resiliencia-climatica-para-municipios-e-regioes_final.pdf)
- IABr, 2021. Relatório de Sustentabilidade do Instituto Aço Brasil. Disponível em <https://acobrasil.org.br/relatoriodesustentabilidade/index.html>
- IBA, 2016. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual da IBÁ. Disponível em <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantada>
- IBAMA, 2018, Consulta Pública sobre controle de emissões de gases de efeito estufa por veículos automotores novos. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/notas/1410-consulta-publica-sobre-controle-de-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-veiculos-automotores>
- IBGE, 2021a. Séries Históricas e Estatísticas. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br> e <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca/brasil>
- IBGE, 2021b. Sistema de Recuperação de Dados (SIDRA) para Pecuária e Agricultura. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>
- IEA, 2021. Valor da produção. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em <http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancodedados/valorproducao>
- IPCC, 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf\\_files/GPG\\_LULUCF\\_FULL.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf)
- IPCC, 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Disponível em <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: AR4 Synthesis Report. Disponível em <https://www.ipcc.ch/>

report/ar4/syr

Lucon O, 2021. Backup da planilha Calculadora 2050. Disponível em <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KiuXoFbBRd4pCoEe7j2vyt39NF-kWa-G/edit?usp=sharing&ouid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true>

MAPA e SAA, 2016. Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Disponível em <https://www.agricultura.sp.gov.br/media/13376-plano-abc-publicacao.pdf>

Mapbiomas, 2021. Coleção 6. Disponível em <http://mapbiomas.org/>

MCTI, 2014. Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais. Relatório de Referência. Disponível em <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>

MCTI, 2016. Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em <http://www.ccst.inpe.br/publicacao/terceira-comunicacao-nacional-do-brasil-a-convencao-quadro-das-nacoes-unidas-sobre-mudanca-do-clima-portugues/>

MCTI, 2020a. Comunicações Nacionais. Disponível em [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/Comunicacao\\_Nacional/Comunicacao\\_Nacional.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/Comunicacao_Nacional/Comunicacao_Nacional.html)

MCTI, 2020b. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em [https://issuu.com/mctic/docs/quarta\\_comunicacao\\_nacional\\_brasil\\_unfccc](https://issuu.com/mctic/docs/quarta_comunicacao_nacional_brasil_unfccc)

MCTI, 2021. SIRENE - Sistema de Registro Nacional de Emissões. Disponível em [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/dados\\_setor\\_comunicacoes/SIRENE.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/dados_setor_comunicacoes/SIRENE.html)

ME, 2021. Rota 2030 - Mobilidade e Logística. Ministério da Economia. Disponível em <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/grupo-de-acompanhamento-do-programa-rota-2030-mobilidade-e-logistica>

MME, 2020. Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2020. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes-1/anuario-estatistico-do-setor-metalurgico-e-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos>

MME, 2021a. Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos 2020. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes-1/anuario-estatistico-do-setor-metalurgico-e-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos/anuario-estatistico-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos-2020-a-no-base-2019.doc/view>

MME, 2021b. Balanço Energético Nacional (BEN) 2021, Ano-base 2020. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>

Oliveira M, D'Agostino R, 2017. STF autoriza proibição do amianto em SP e diz que lei nacional fere Constituição. Disponível em <https://g1.globo.com/politica/noticia/stf-autoriza-proibicao-do-amianto-em-sp-e-diz-que-lei-nacional-fere-constituicao.ghtml>

Regions 4, 2021. History. Disponível em <https://www.regions4.org/about-us/regions4/>

RLS, sd. Background. Regional Leaders Science. Disponível em <https://www.rls-sciences.org/background.html>

- SAA, 2016. Resolução nº SAA nº 15 de março de 2016. Constitui Grupo Gestor Estadual do Plano Setorial da Agricultura – GGE do Estado de São Paulo. Disponível em <https://agricultura.sp.gov.br/media/13382-relatorio-de-gestao-plano-abc-sp.pdf>
- São Paulo, 1997. Decreto nº 41.629 de 10 de março de 1997. Dispõe sobre proteção do meio ambiente e do consumidor relacionada ao uso do CFC, sobre medidas de capacitação tecnológica e sobre vedação de aquisição pelos órgãos e entidades da Administração Pública Estadual direta e indireta, de produtos e equipamentos contendo substâncias que destroem a Camada de Ozônio □ SDOs, controladas pelo Protocolo de Montreal, e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/9412>
- São Paulo, 2005a. Decreto n. 49.369 (11.02.2005). Institui o Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2005/decreto-49369-11.02.2005.html>
- São Paulo, 2005b. Decreto nº 49.723, de 24/06/2005. Institui o Programa de Recuperação de Zonas Ciliares do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/54420>
- São Paulo, 2006. Lei n. 12.300 de 16.03.2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>
- São Paulo, 2008a. Decreto nº 53.047, de 02/06/2008. Cria o Cadastro Estadual das Pessoas Jurídicas que comercializam, no Estado de São Paulo, produtos e subprodutos de origem nativa da flora brasileira - CADMADEIRA e estabelece procedimentos na aquisição de produtos e subprodutos de madeira de origem nativa pelo Governo do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/77764>
- São Paulo, 2008b. Decreto nº 53.336, de 20 de agosto de 2008, Institui o Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/122385>
- São Paulo, 2009. Lei nº 13.798, de 09/11/2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC. ALESP. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/legislacao/norma.do?id=158351>
- São Paulo, 2010. Decreto 55.947, de 24.06.2010. Regulamenta a PEMC e dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2010/decreto-55947-24.06.2010.html>
- São Paulo, 2013. Decreto nº 59.038, de 3 de abril de 2013. Institui o Programa Paulista de Biocombustíveis e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59038-03.04.2013.html>
- São Paulo, 2014. Decreto nº 60.521, 05.06.2014. Institui o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água, institui a unidade padrão Árvore-Equivalente e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=173001>
- São Paulo, 2015a. Decreto nº 61.710 de 15 de dezembro de 2015. Institui, junto à Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Grupo de Trabalho para elaboração do Plano ABC - Agricultura de Baixo Carbono, no âmbito do Estado de S.Paulo e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61710-15.12.2015.html>
- São Paulo, 2015b. Decreto nº 62.914, 09.11.2015. Reorganiza o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras

- de Mananciais de Água-Programa Nascentes e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/183922>
- São Paulo, 2019. Decreto n. 64.526, de 15.10.2019. Cria a Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico de São Paulo (CEZEE-SP). Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2019/decreto-64526-15.10.2019.html>
- São Paulo, 2021a. Decreto nº 65.881, de 20 de julho de 2021. Dispõe sobre a adesão do Estado de São Paulo às campanhas "Race to Zero" e "Race to Resilience", no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/199160>
- São Paulo, 2021b. Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.pemalm.com/o-plano>
- São Paulo, 2021c. SP adere às campanhas da ONU para zerar emissão de poluentes até 2050, <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sp-adere-as-campanhas-da-onu-para-zerar-emissao-de-poluentes-ate-2050-2>
- Scarabotto N, 2021. Anfavea: "seadBrasil não pode ir à conferência do clima enquanto taxa carros elétricos". Automotive Business, 21/10/2021. Disponível em <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/presidente-da-anfavea-volta-a-defender-reducao-no-imposto-de-importacao-para-evs/>
- SEADE, 2021. População. Disponível em <https://populacao.seade.gov.br/evolucao-populacional-esp>
- SEADE, 2022. Repositório. Disponível em <https://repositorio.seade.gov.br/organization/seade>
- SEEG, 2021a. Emissões dos Estados - São Paulo. Disponível em <https://plataforma.seeg.eco.br/map>
- SEEG, 2021b. Nota Metodológica – SEEG 9.0 – Setor de Resíduos. Disponível em <https://seeg.eco.br/notas-metodologicas>
- SEEG, 2021c. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Disponível em <https://seeg.eco.br/>
- SE, 2011. Plano Paulista de Energia 2020. Disponível em, <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Plano-Paulista-de-Energia-2021-491.pdf>
- SERHS, 2006. Balanço Energético do Estado de São Paulo 2006 ano-base 2005. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo. disponível em <https://docplayer.com.br/14877398-Balanco-energetico-do-estado-de-sao-paulo.html>
- SERHS, 2011. Matriz Energética do Estado de São Paulo 2035. Consórcio Matriz 35. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/pro-clima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/sp\\_matriz.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/pro-clima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/sp_matriz.pdf)
- SES, 2015. Plano Setorial da Saúde para a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PSS-Pemc). Secretaria de Estado da Saúde. Disponível em <http://www.saude.sp.gov.br/resources/ccd/saude-ambiental/pess-pemc.pdf>
- SIMA, 2017a. Sao Paulo from Brazil 2050 Pathways. Disponível em [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wSAyx\\_YEOms1FhFbbGzFFFC1NCsol2s7/edit?usp=sharing&oid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wSAyx_YEOms1FhFbbGzFFFC1NCsol2s7/edit?usp=sharing&oid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true)

- SIMA, 2017b. SP 2050 Pathways. Apresentação de O. Lucon junto ao Governo do País de Gales <https://docs.google.com/presentation/d/1hhussMmyotv9oYM13dAnUFuwtMLsTFgG/edit?usp=sharing&oid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true>
- SIMA, 2019a. Mudanças Climáticas. Balanço e Recomendações. Disponível em [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2019/01/balanco-mc\\_gtclima-3jan2019\\_final.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2019/01/balanco-mc_gtclima-3jan2019_final.pdf)
- SIMA, 2019b. Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/2019/01/programa-estadual-de-contratacoes-publicas-sustentaveis-opportunidades-e-desafios>
- SIMA, 2019c. Resolução SIMA nº 33, de 14 de maio de 2019. Comitê de Integração de Políticas Globais de Desenvolvimento Sustentável - CIPOG. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2019/05/resolucao-sima-33-2019/>
- SIMA, 2019d. SIMA apresenta ações do Estado de São Paulo na COP 25. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2019/12/sima-apresenta-acoes-do-estado-de-sao-paulo-na-cop-25/>
- SIMA, 2020d. Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo 2020. Disponível em [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020\\_final.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020_final.pdf)
- SIMA, 2020e. Programa Nascentes: 5 anos de sucesso. Disponível em/ <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/E-book-Programa-Nascentes-5-anos-de-sucesso.pdf>
- SIMA, 2020f. SIMA participa da abertura do Fórum Virtual “Global Daring Cities 2020”. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/10/sima-participa-da-abertura-do-forum-virtual-global-daring-cities-2020/>
- SIMA, 2020g. Governo de São Paulo inicia Programa de Eficiência Energética. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/10/governo-de-sao-paulo-inicia-programa-de-eficiencia-energetica/>
- SIMA, 2021a. Diretrizes e Ações Estratégicas para o Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - Net Zero 2050. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/10/cop26portugues.pdf>
- SIMA, 2021b. Balanço Energético do Estado de São Paulo - ano base 2020. Disponível em <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br//portalcev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>
- SIMA, 2021c. Consulta Pública: Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo (Net Zero 2050). Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2021/07/consulta-publica-plano-de-acao-climatica-do-estado-de-sao-paulo-net-zero-2050>
- SIMA, 2021d. Devolutiva da Consulta Pública do Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo – Diretrizes e Ações Estratégicas – Outubro de 2021. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2022/02/pac-resposta-2021-site.pdf>
- SIMA, 2021e. Diretrizes e Ações Estratégicas – Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo- Net Zero 2050. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/10/cop26portugues.pdf>
- SIMA, 2021f. Governo paulista faz acordo para elaboração de inventários de gases de efeito

- estufa. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2021/08/governo-paulista-faz-acordo-para-elaboracao-de-inventarios-de-gases-de-efeito-estufa/>
- SIMA, 2021g. Nota técnica sobre as Cartas-síntese das Diretrizes Estratégicas 1 (Resiliência às Mudanças Climáticas). Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/portalzee/consulta-publica/> e [https://smastr16.blob.core.windows.net/portalzee/sites/83/2021/12/20211207\\_nota\\_tecnica\\_cartas\\_sintese\\_consulta\\_num.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/portalzee/sites/83/2021/12/20211207_nota_tecnica_cartas_sintese_consulta_num.pdf)
- SIMA, 2021h. Plano de Ação Climática é apresentado na Fiesp/Ciesp. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2021/08/plano-de-acao-climatica-e-apresentado-na-fiesp-ciesp/>
- SIMA, 2021i. Política Estadual de Mudanças Climáticas. Página mantida pela Assessoria de Mudanças Climáticas. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pemc>
- SIMA, 2021j. Projeto “Recuperação de Serviços de Clima e Biodiversidade no Corredor Sudeste da Mata Atlântica Brasileira” – Conexão Mata Atlântica. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/conexao>
- SIMA, 2021k. Protocolo Climático do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/spclima/>
- SIMA, 2021l. Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/category/pub/>
- SIMA, 2021m Resolução nº 62, de 2 de junho de 2021 Institui e estabelece as finalidades do Grupo de Trabalho de Gestão Energética - GTGE. Disponível em [https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/40/2021/06/resolucao-sima-062-2021-.sima\\_.021141-2021-68-gt-gestao-energetica-gtge-1.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/40/2021/06/resolucao-sima-062-2021-.sima_.021141-2021-68-gt-gestao-energetica-gtge-1.pdf)
- SIMA, 2021n. Resolução n. 87, 18.08.2021. Revoga as resoluções que especifica. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/40/2021/08/resolucao-sima-87-de-19.08.2021-proc.-sima-036529-2021-35-revogacao-das-resolucoes-2021.pdf>
- SIMA, 2021o. Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/portalzee>
- SIMA, 2021p. Zoneamento Ecológico-Econômico. Consulta. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/portalzee/consulta-publica/>
- SIMA, 2021q. Coordenadoria de Recursos Hídricos. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/infraestrutura/coordenadorias/coordenadoria-de-recursos-hidricos/>
- SIMA, 2022. Consema aprova ampliação de mais de 1,1 mil hectares do Parque Estadual Carlos Botelho. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2022/01/consema-aprova-ampliacao-de-mais-de-11-mil-hectares-do-parque-estadual-carlos-botelho/>
- SIMA/AMC, 2022. Elaboração própria. Assessoria de Mudanças Climáticas da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Documentação disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pemc/>
- SLT e SMA, 2010. Plano Transportes. Relatório. Caracterização do Problema, Diretrizes e Orientação para Programas de Ação. Grupo de Trabalho Transportes, <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/plano-transporte-dez-2011.pdf>
- SLT, 2013. Plano de Transportes Sustentáveis. Relatório: Inventário de Emissões, Diretrizes e

- Orientação para o Programa de Ações do Plano de Transportes Sustentáveis. Secretaria de Logística e Transportes, [http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Plano\\_de\\_Transportes\\_Sustent%C3%A1veis\\_Edi%C3%A7%C3%A3o-\\_Final\\_julho2013.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Plano_de_Transportes_Sustent%C3%A1veis_Edi%C3%A7%C3%A3o-_Final_julho2013.pdf) e [https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/01/Plano\\_de\\_Transportes\\_Sustent%C3%A1veis\\_Edi%C3%A7%C3%A3o-\\_Final\\_julho2013.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/01/Plano_de_Transportes_Sustent%C3%A1veis_Edi%C3%A7%C3%A3o-_Final_julho2013.pdf)
- SMA, 2007. Resolução SMA 30, de 11.06.2007. Institui o Banco de Áreas para Recuperação Florestal no âmbito do Projeto Mata Ciliar. Disponível em [https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2007\\_Res\\_SMA\\_30.pdf](https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2007_Res_SMA_30.pdf)
- SMA, 2008a. Inventário aponta maiores indústrias emissoras de CO2. Disponível em [https://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2008/04/23\\_inventario.pdf](https://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2008/04/23_inventario.pdf)
- SMA, 2008b. O que é – CADMADEIRA. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/madeiralegal/cadmadeira/o-que-e/>
- SMA, 2009. Resolução 30, de 14.09. 2009. Estabelece orientação para projetos voluntários de reflorestamento para compensação de emissões de gases de efeito estufa. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2017/01/2009-res-est-sma-30.pdf>
- SMA, 2010. Plano Participativo de Adaptação às Mudanças Climáticas Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC – Lei n. 13.798 de 9 de novembro de 2009). Versão Zero para Consulta Pública. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo [https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/01/PlanoAdaptacao\\_versaoconsulta.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/01/PlanoAdaptacao_versaoconsulta.pdf)
- SMA, 2012. São Paulo sedia a 6ª Cúpula de Líderes Regionais. Disponível em <https://www.sao-paulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/sao-paulo-sedia-a-6-cupula-de-lideres-regionais/>
- SMA, 2013a. Estudo de Estratégias de Gestão de Mobilidade via Teletrabalho e Teleatividades no Estado de São Paulo. Resolução SMA No 24 de 10 de abril de 2013. Sociedade Brasileira de Teletrabalho e Teleatividades e Assessoria de Mudanças Climáticas da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Disponível em [https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/09/Teletrabalho\\_e\\_Teleatividades\\_SMA\\_Ago20131.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/09/Teletrabalho_e_Teleatividades_SMA_Ago20131.pdf) e <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pemc>
- SMA, 2013b. São Paulo recebe líderes subnacionais em assembleia da nrg4SD. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/noticias/2013/06/reuniao-do-comite-diretivo-e-da-assembleia-geral-da-rede-de-governos-regionais-para-o-desenvolvimento-sustentavel-nrg4sd-e-realizada-no-palacio-dos-bandeirantes/>
- SMA, 2017a. Sao Paulo from Brazil 2050 Pathways, [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wSAyx\\_YEOms1FhFbbGzFfFC1NCsol2s7/edit?usp=sharing&oid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wSAyx_YEOms1FhFbbGzFfFC1NCsol2s7/edit?usp=sharing&oid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true)
- SMA, 2017b. SP 2050 Pathways. Apresentação junto ao Governo do País de Gales <https://docs.google.com/presentation/d/1hhussMmyotvgoYM13dAnUFuwTMLsTFgG/edit?usp=sharing&oid=114140899936494259961&rtpof=true&sd=true>
- SMA, 2018. SP representa governos subnacionais em segmento ministerial de alto nível na COP24. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2018/12/sp-representa-governos-subnacionais-em-segmento-ministerial-de-alto-nivel-na-cop24/>
- SNIC, 2021. Relatório de Produção Regional do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento . Disponível em <http://snic.org.br/numeros-industria.php>

- SS, 2015. Plano Setorial da Saúde para a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PSS-Pemc). Disponível em <http://www.saude.sp.gov.br/resources/ccd/saude-ambiental/pess-pemc.pdf>
- SSE, 2011. Matriz Energética do Estado de São Paulo 2035. Disponível em <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/matriz>
- SSE, 2012. Plano Paulista de Energia. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/01/Plano-Paulista-de-Energia-2021-491.pdf>
- SSE, 2013. Balanço Energético do Estado de São Paulo. Secretaria de Saneamento e Energia. Disponível em <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/balanco>
- SSE 2015. Balanço Energético. Secretaria de Saneamento e Energia. Disponível em <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/balanco>
- Talanoa, 2020. A Política Nacional de Mudança do Clima em 2020: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2020/12/Politica-Nacional-de-Mudanc%CC%A7a-de-Clima.pdf>
- TCG, 2019. 2050 Pathways: International Visit Report. The Climate Group. Disponível em [https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/2020-10/future\\_fund\\_2018\\_-\\_sao\\_paolo\\_secondment\\_report.pdf](https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/2020-10/future_fund_2018_-_sao_paolo_secondment_report.pdf)
- TCG, 2021. Desenvolvimento e Avaliação da Trajetória de Descarbonização de São Paulo. Disponível em [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/09/trajetoria-sao-paulo\\_final-report.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/09/trajetoria-sao-paulo_final-report.pdf), planilhas em [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/09/ccs-ghg-strategy-tool\\_sp\\_final.xlsx](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/09/ccs-ghg-strategy-tool_sp_final.xlsx) e base de dados em <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2021/09/trajetorias-i.zip>
- TNPetróleo, 2017. Projeto britânico "Calculadora 2050" que mostra cenários de energia em 2050, tem versão para o Brasil. Disponível em <https://tnpetroleo.com.br/noticia/projeto-britanico-calculadora-2050-que-mostra-cenarios-de-energia-em-2050-tem-versao-para-o-brasil>
- UK Government, 2021. International outreach work of the 2050 Calculator. Disponível em <https://www.gov.uk/guidance/international-outreach-work-of-the-2050-calculator>
- UNFCCC, 2021. Race to Zero Campaign. Disponível em <https://unfccc.int/climate-action/race-to-zero-campaign>
- UNICA, 2021. Dados. Disponível em Observatório da Cana, <https://observatoriodacana.com.br/historico-de-producao-emoagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>
- Watanabe P, 2021. SP fracassa em meta para reduzir emissões, mas governo quer zerá-las até 2050. FSP 06.11.2021 p. B1. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2021/11/sp-fracassa-em-meta-para-reduzir-emissoes-mas-governo-quer-zera-las-ate-2050.shtml>
- Wikipedia, 2021. Kyoto Protocol. Disponível em [https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol)
- Yang Z, 2014. Improving the conversions between the various passenger vehicle fuel economy/CO<sub>2</sub> emission standards around the world. International Council for Clean Transportation. Disponível em <https://theicct.org/blogs/staff/improving-conversions-between-passenger-vehicle-efficiency-standards>





| Secretaria de  
Infraestrutura e Meio Ambiente