

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO- UNINOVE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIDADES INTELIGENTES E  
SUSTENTÁVEIS

JULIANA BRAGA PAVIATO

**PRECIFICAÇÃO DE CARBONO E DESCARBONIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:**

Limites do SBCE e a Necessidade de Policy Mix no Contexto Urbano de São Paulo

**São Paulo**

**2026**

**JULIANA BRAGA PAVIATO**

**PRECIFICAÇÃO DE CARBONO E DESCARBONIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:**

Limites do SBCE e a Necessidade de *Policy Mix* no Contexto Urbano de São Paulo

**CARBON PRICING AND BUILDING DECARBONIZATION:** Limitations of the  
Brazilian Emissions Trading System (SBCE) and the Need for a Policy Mix Approach in São  
Paulo's Urban Context

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como parte do requisito à obtenção do grau de Mestra em Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

**ORIENTADOR: PROF. DR. WILSON LEVY BRAGA DA SILVA NETO**

São Paulo

2026

## FICHA CATALOGRÁFICA

Paviato, Juliana Braga.

Precificação de carbono e descarbonização de edificações: limites do SBCE e a necessidade de policy mix no contexto urbano de São Paulo. / Juliana Braga Paviato. 2026.

168 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2026.

Orientador (a): Prof. Dr. Wilson Levy Braga da Silva Neto.

1. Mercado de carbono. 2. Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). 3. Descarbonização das edificações. 4. Política climática urbana. 5. Governança climática. 6. Cidade de São Paulo.

I. Silva Neto, Wilson Levy Braga da. II. Título.

CDU 711.4

**JULIANA BRAGA PAVIATO**

**PRECIFICAÇÃO DE CARBONO E DESCARBONIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:**

Limites do SBCE e a Necessidade de Policy Mix no Contexto Urbano de São Paulo

**CARBON PRICING AND BUILDING DECARBONIZATION:** Limitations of the  
Brazilian Emissions Trading System (SBCE) and the Need for a Policy Mix Approach in São  
Paulo's Urban Context

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como parte do requisito à obtenção do grau de Mestra em Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás-PUC GOIAS

---

Prof. Dr. Wilson Levy Braga da Silva Neto  
Universidade Nove de Julho – UNINOVE

---

Prof. Dra. Cintia Elisa de Castro Marino  
Universidade Nove de Julho – UNINOVE

São Paulo, 27 de maio de 2026.

Dedico este trabalho à minha família e amigos que sempre me incentivaram.

## **AGRADECIMENTOS**

A conclusão desta dissertação marca o encerramento de uma etapa exigente e significativa, cujos aprendizados ultrapassaram em muito os limites do trabalho acadêmico. Ao longo desse percurso, contei com o apoio de pessoas cuja presença tornou o processo mais consistente e mais humano.

Ao Prof. Dr. Wilson Levy Braga da Silva Neto, agradeço pela orientação séria e pelo acompanhamento atento em cada etapa da pesquisa. Sua disponibilidade e as contribuições pontuais ao longo do processo foram determinantes para que o trabalho ganhasse forma e rigor.

À minha família e aos meus amigos, agradeço pela compreensão nos momentos de ausência e pelo encorajamento que, mesmo à distância, se fez presente quando mais precisei.

À Beatriz Leite, agradeço pela atenção e pelo suporte administrativo e acadêmico ao longo do curso, uma ajuda concreta, que fez diferença no dia a dia do mestrado.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, agradeço pelas trocas nas disciplinas e pelos debates que enriqueceram a minha visão sobre o tema.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero obrigada.

"Em vez de haver uma única solução para um único problema, argumento que existem muitas soluções para lidar com muitos problemas diferentes"

Elinor Ostrom, *Governing the Commons*, 1990

## RESUMO

A dissertação analisa os limites do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), instituído pela Lei n.º 15.042/2024, como instrumento de indução à descarbonização do setor de edificações no contexto urbano de São Paulo. A hipótese central sustenta que a precificação de carbono, quando operada de forma isolada, possui capacidade estruturalmente limitada de indução em setores de emissões difusas, nos quais as responsabilidades se distribuem entre múltiplos agentes ao longo de cadeias produtivas extensas e de ativos com vida útil de cinquenta a oitenta anos. A pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória, combinando análise documental comparada e estudo de caso do município de São Paulo. O referencial teórico articula o conceito de policy mix (Howlett, 2011), que avalia a coerência entre objetivos, instrumentos e contexto institucional, e o de governança policêntrica (Ostrom, 2010), que fundamenta a análise multiescalar das responsabilidades sobre emissões difusas. São examinadas quatro experiências internacionais, União Europeia, Califórnia, Chile e Colômbia, selecionadas por representarem escalas de governança distintas e estágios contrastantes de maturidade regulatória. O recorte temporal da análise comparada internacional e do marco regulatório brasileiro abrange 2015 a 2025, estendendo-se até janeiro de 2026 para os documentos relativos ao SBCE e às políticas urbanas paulistanas. Os resultados indicam que o sinal econômico do carbono alcança o setor de edificações predominantemente por meio do repasse de custos aos insumos intensivos em emissões, como cimento e aço, canal que persiste mesmo sob alocação gratuita de permissões. Observa-se que os casos com avanços mais consistentes combinam precificação, regulação técnica vinculante e reinvestimento redistributivo das receitas de leilão. Em São Paulo, o arcabouço normativo mostra-se relativamente avançado quanto às emissões operacionais e à forma urbana, mas carece de exigências de avaliação de ciclo de vida no licenciamento e de regulação específica sobre carbono incorporado nos materiais de construção. Conclui-se que a efetividade do SBCE no setor de edificações depende da construção de um arranjo coerente de instrumentos, articulando regulação técnica vinculante, financiamento redistributivo e políticas urbanas, com papel central do município como tradutor institucional dos sinais econômicos nacionais em transformações territoriais concretas.

**Palavras-chave:** Mercado de carbono. Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). Descarbonização das edificações. Política climática urbana. Governança climática. Cidade de São Paulo.



## **ABSTRACT**

*The dissertation examines the limits of the Brazilian Greenhouse Gas Emissions Trading System (SBCE), established by Law No. 15.042/2024, as an instrument to induce the decarbonization of the building sector in the urban context of São Paulo. The central hypothesis is that carbon pricing, when implemented in isolation, has a structurally limited capacity to drive change in sectors characterized by diffuse emissions, in which responsibilities are shared among multiple agents along extensive value chains and assets with a lifespan of fifty to eighty years. The research adopts a qualitative and exploratory approach, combining comparative document analysis with a case study of the municipality of São Paulo. The theoretical framework articulates the concept of policy mix (Howlett, 2011), which assesses the coherence between objectives, instruments and institutional context, and that of polycentric governance (Ostrom, 2010), which underpins the multiscalar analysis of responsibilities over diffuse emissions. Four international experiences are examined, the European Union, California, Chile and Colombia, selected because they represent different scales of governance and contrasting stages of regulatory maturity. The temporal scope of the comparative international analysis and of the Brazilian regulatory framework covers the period from 2015 to 2025, extending to January 2026 for documents related to the SBCE and to urban policies in São Paulo. The results indicate that the carbon price signal reaches the building sector predominantly through the pass-through of costs to emissions-intensive inputs, such as cement and steel, a channel that persists even under free allocation of allowances. The cases showing more consistent progress combine carbon pricing, binding technical regulation and redistributive reinvestment of auction revenues. In São Paulo, the regulatory framework is relatively advanced regarding operational emissions and urban form, but lacks requirements for life-cycle assessment in permitting procedures and specific regulation of embodied carbon in construction materials. The dissertation concludes that the effectiveness of the SBCE in the building sector depends on the construction of a coherent arrangement of instruments, articulating binding technical regulation, redistributive financing and urban policies, with a central role for the municipality as an institutional translator of national economic signals into concrete territorial transformations.*

**Keywords:** Carbon market; Brazilian Emissions Trading System (SBCE); Building decarbonization; Climate governance; Urban climate policy; City of São Paulo

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 1 — Referencial Teórico .....                                                                    | 20  |
| Quadro 2 — Comparativo entre os modelos regulado e voluntário .....                                     | 35  |
| Quadro 3 — Iniciativas e Instrumentos da UE para descarbonização de Edificações .....                   | 55  |
| Quadro 4 — Iniciativas e Instrumentos da Califórnia para descarbonização de Edificações .....           | 62  |
| Quadro 5 — Iniciativas e Instrumentos do Chile para descarbonização de Edificações .....                | 70  |
| Quadro 6 — Iniciativas e Instrumentos da Colômbia para descarbonização de Edificações.....              | 78  |
| Quadro 7 — Síntese comparativa das experiências internacionais de descarbonização das edificações ..... | 80  |
| Quadro 8 — Instrumentos e regulações da política climática e ambiental no Brasil .....                  | 92  |
| Quadro 9 — Cronograma de Implementação do SBCE.....                                                     | 108 |
| Quadro 10 — Instrumentos e regulações da política climática do Município de São Paulo .....             | 127 |
| Quadro 11 — Trajetórias regulatórias municipais diante do sinal federal do SBCE.....                    | 135 |
| Quadro 12 — Análise comparada Brasil e São Paulo .....                                                  | 137 |
| Quadro 13 — Nível 1 (categorias codificadas a partir do corpus) .....                                   | 159 |
| Quadro 14 — Nível 2 — Categorias de inferência comparativa (derivadas, não extraídas).....              | 161 |
| Quadro 15 — União Europeia.....                                                                         | 163 |
| Quadro 16 — Califórnia.....                                                                             | 164 |
| Quadro 17 — Chile .....                                                                                 | 165 |
| Quadro 18 — Colômbia .....                                                                              | 166 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 — Riscos globais classificados por gravidade a longo prazo | 27  |
| Figura 2 — Avaliação de Riscos Globais.....                         | 28  |
| Figura 3 — Países com ETS e Taxação de Carbono.....                 | 51  |
| Figura 4 — Plano Clima 2024-2035.....                               | 101 |
| Figura 5 — Planos setoriais de Adaptação e Mitigação .....          | 101 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                   |                                                                                                                                                  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABNT              | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                                                                                         |
| ACV               | Avaliação de Ciclo de Vida                                                                                                                       |
| ASHRAE            | American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers                                                                        |
| CADES Sustentável | Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento                                                                                            |
| CBAM              | Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (Carbon Border Adjustment Mechanism)                                                                 |
| CBDR-RC           | Responsabilidades Comuns, Porém Diferenciadas e Respectivas Capacidades (Common But Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities) |
| CEC               | California Energy Commission                                                                                                                     |
| CES               | Certificación Edificio Sustentable                                                                                                               |
| CEV               | Calificación Energética de Viviendas (Chile)                                                                                                     |
| CIM               | Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima                                                                                                   |
| COP               | Conferência das Partes                                                                                                                           |
| CORFO             | Corporación de Fomento de la Producción (Chile)                                                                                                  |
| CVM               | Comissão de Valores Mobiliários                                                                                                                  |
| DIAN              | Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (Colômbia)                                                                                           |
| EPDs<br>Produto)  | Environmental Product Declaration (Declarações Ambientais de                                                                                     |
| EPE               | Empresa de Pesquisa Energética                                                                                                                   |
| ESG               | Environmental, Social and Governance                                                                                                             |
| ETS               | Emissions Trading System                                                                                                                         |
| EU ETS            | European Union Emissions Trading System                                                                                                          |
| GEE               | Gases de Efeito Estufa                                                                                                                           |
| GHG Protocol      | Greenhouse Gas Protocol                                                                                                                          |
| ICVCM             | Integrity Council for the Voluntary Carbon Market                                                                                                |
| IEA               | International Energy Agency                                                                                                                      |
| IFRS              | International Financial Reporting Standards Foundation                                                                                           |
| INMET             | Instituto Nacional de Meteorologia                                                                                                               |
| INPE              | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais                                                                                                        |

|              |                                                                         |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------|
| IPCC         | Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas                        |
| IPEA         | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada                                |
| ISO          | International Organization for Standardization                          |
| LEED         | Leadership in Energy and Environmental Design                           |
| LPUOS        | Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo                             |
| LULUCF       | Land use, land-use change, and forestry                                 |
| MCMV         | Programa Minha Casa Minha Vida                                          |
| MDL          | Mecanismos de desenvolvimento limpo                                     |
| MINVU        | Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile)                              |
| MMA          | Ministério do Meio Ambiente                                             |
| MRV          | Mensuração, o relato e a verificação                                    |
| NDC          | Contribuição Nacionalmente Determinada                                  |
| OCDE         | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico               |
| ONS          | Operador Nacional do Sistema Elétrico                                   |
| PBE Edifica  | Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações                       |
| PDE          | Plano Diretor Estratégico                                               |
| PIB          | Produto Interno Bruto                                                   |
| PIGCCS       | Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales           |
| PlanClima SP | Plano de Ação Climática da Cidade de São Paulo                          |
| PNCTE        | Programa Nacional de Cotas Negociáveis de Emissão (Colômbia)            |
| PNMC         | Política Nacional sobre Mudança do Clima                                |
| PNUMA        | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                         |
| PSC          | Precio Social del Carbono (Chile)                                       |
| SBCE         | Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa    |
| SCE          | Sistema de Compensación de Emisiones del Impuesto Verde (Chile)         |
| SECLIMA      | Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas (São Paulo)                 |
| SEEG         | Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa |
| SINARE       | Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa       |
| SISCLIMA     | Sistema Nacional de Cambio Climático (Colômbia)                         |
| SMUL         | Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento de São Paulo          |
| SNI          | Sistema Nacional de Inversiones (Chile)                                 |
| SUSEP        | Superintendência de Seguros Privados                                    |

|            |                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| SVMA       | Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente                                     |
| TCFD       | Task Force on Climate-related Financial Disclosures                               |
| TSB        | Taxonomia Sustentável Brasileira                                                  |
| UE         | União Europeia                                                                    |
| UN-DESA    | United Nations, Department of Economic and Social Affairs,<br>Population Division |
| UN-Habitat | United Nations Human Settlements Programme                                        |
| UN/ONU     | United Nations/ Organização das Nações Unidas                                     |
| UNEP       | United Nations Environment Programme                                              |
| UNFCCC     | Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática                      |
| URE        | Unidades de Redução de Emissões                                                   |
| VCS        | Verified Carbon Standard                                                          |
| WEF        | World Economic Forum                                                              |
| WWF        | World Wide Fund for Nature                                                        |

## SUMÁRIO

|         |                                                                                                                            |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1       | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                                                                                    | 16  |
| 1.1     | JUSTIFICATIVA .....                                                                                                        | 17  |
| 1.2     | OBJETIVOS .....                                                                                                            | 17  |
| 1.3     | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....                                                                                                 | 18  |
| 1.4     | METODOLOGIA.....                                                                                                           | 20  |
| 2       | <b>DESCARBONIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES: CONTEXTO GLOBAL E AMBIENTE CONSTRUÍDO</b> .....                                        | 26  |
| 2.1     | GOVERNANÇA CLIMÁTICA GLOBAL .....                                                                                          | 29  |
| 2.1.1   | <b>Instrumentos de mitigação:</b> .....                                                                                    | 33  |
| 2.1.2   | <b>Instrumentos de adaptação</b> .....                                                                                     | 38  |
| 2.2     | A TRANSIÇÃO CLIMÁTICA DAS EDIFICAÇÕES .....                                                                                | 39  |
| 2.2.1   | <b>A relevância do setor imobiliário nas emissões urbanas</b> .....                                                        | 41  |
| 2.2.2   | <b>Carbono operacional e materiais intensivos em emissões</b> .....                                                        | 43  |
| 2.2.3   | <b>Carbono incorporado e materiais intensivos em emissões</b> .....                                                        | 45  |
| 2.2.4   | <b>Avaliação do ciclo de vida como instrumento estratégico</b> .....                                                       | 47  |
| 3       | <b>EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS EM DESCARBONIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES</b> .....                                                | 50  |
| 3.1     | UNIÃO EUROPEIA.....                                                                                                        | 51  |
| 3.2     | ESTADO DA CALIFÓRNIA (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA).....                                                                      | 57  |
| 3.3     | CHILE .....                                                                                                                | 66  |
| 3.4     | COLÔMBIA .....                                                                                                             | 73  |
| 3.5     | ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EXPERIÊNCIAS.....                                                                             | 80  |
| 3.5.1   | <b>Sobre a maturidade institucional e o escopo das políticas (C1)</b> .....                                                | 85  |
| 3.5.2   | <b>Sobre os instrumentos de precificação e sua relação com edificações (C2 e C7)</b> .....                                 | 86  |
| 3.5.3   | <b>Sobre a regulação técnica como fator diferenciador (C3)</b> .....                                                       | 87  |
| 3.5.4   | <b>Sobre os instrumentos financeiros e distributivos (C4)</b> .....                                                        | 88  |
| 3.5.5   | <b>Sobre resultados observáveis e limites (C5 e C6)</b> .....                                                              | 88  |
| 4       | <b>O SISTEMA REGULATÓRIO BRASILEIRO E O SBCE</b> .....                                                                     | 90  |
| 4.1     | EVOLUÇÃO DA GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO BRASIL.....                                                                            | 90  |
| 4.1.1   | <b>As contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) brasileiras: evolução, ambição e desafios de implementação</b> ..... | 96  |
| 4.2     | CONSOLIDAÇÃO DA GOVERNANÇA ECONÔMICA E CLIMÁTICA (2021–2025)<br>98                                                         |     |
| 4.3     | OS INSTRUMENTOS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO E O SISTEMA<br>BRASILEIRO DE EMISSÕES.....                                      | 104 |
| 4.3.1   | <b>Estrutura e funcionamento do SBCE</b> .....                                                                             | 106 |
| 4.3.2   | <b>Setores abrangidos, critérios de alocação e mensuração das emissões</b> .....                                           | 109 |
| 4.3.3   | <b>O valor do carbono e a internalização dos custos ambientais</b> .....                                                   | 111 |
| 4.3.4   | <b>Instrumentos complementares à precificação de carbono na descarbonização das edificações no brasil</b> .....            | 114 |
| 4.3.5   | <b>Normas e padrões técnicos</b> .....                                                                                     | 115 |
| 4.3.5.1 | <b>As certificações ambientais e etiquetagem das edificações</b> .....                                                     | 118 |
| 4.3.6   | <b>Instrumentos urbanísticos e de planejamento</b> .....                                                                   | 120 |
| 4.3.7   | <b>Instrumentos financeiros e de mercado</b> .....                                                                         | 121 |

|     |                                                                                                            |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5   | <b>CIDADE DE SÃO PAULO: GOVERNANÇA URBANA, INSTRUMENTOS CLIMÁTICOS E OS EFEITOS INDIRETOS DO SBCE.....</b> | 125 |
| 5.1 | POLÍTICAS E PROGRAMAS CLIMÁTICOS DA CIDADE DE SÃO PAULO.....                                               | 126 |
| 5.2 | INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS COMO PRINCIPAL VETOR DE INDUÇÃO CLIMÁTICA.....                                   | 130 |
| 5.3 | IMPLICAÇÕES PARA O SETOR IMOBILIÁRIO E PARA A POLÍTICA URBANA ....                                         | 132 |
| 6   | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                                                                      | 139 |
|     | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                    | 142 |
|     | APÊNDICE A: Matriz de codificação.....                                                                     | 159 |
|     | APÊNDICE B — Matriz de Codificação dos Países Estudados .....                                              | 163 |



## 1 INTRODUÇÃO

A urgência climática contemporânea, balizada pelo aquecimento global médio já situado entre 1,1°C e 1,2°C acima dos níveis pré-industriais, impõe a necessidade de trajetórias de descarbonização sem precedentes para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C, conforme preconizado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022).

A descarbonização profunda das economias exige transformações estruturais nos sistemas de produção e consumo, transcendendo a mera substituição de fontes energéticas para alcançar a reconfiguração da materialidade e da eficiência do ambiente construído. Nesse cenário, o Brasil aprovou a Lei que cria o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) - Lei nº 15.042/2024, estabelecendo um mercado regulado de carbono voltado a grandes emissores.

O setor de edificações, responsável por aproximadamente 37% das emissões globais de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia e processos industriais, apresenta-se como um dos pilares críticos para o cumprimento das metas da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). A interface entre o SBCE e o setor de edificações permanece, contudo, analiticamente pouco explorada na literatura nacional.

As emissões do ambiente construído distribuem-se de forma difusa entre incorporadoras, construtoras, fabricantes de materiais, usuários finais e múltiplas escalas de governo, fragmentação que torna a cadeia de transmissão do sinal econômico do carbono opaca e intermediada. Compreender os mecanismos específicos pelos quais esse sinal pode ou não alcançar as decisões de projeto, especificação de materiais, retrofit e financiamento imobiliário é a contribuição central que esta dissertação se propõe a oferecer.

Em São Paulo, onde o PlanClima SP estabelece meta intermediária de redução de pelo menos 20% das emissões até 2030 (em relação a 2017) e neutralidade climática até 2050, essa compreensão assume caráter urgente: o município concentra o maior mercado imobiliário do país e enfrenta ritmo de produção de novas edificações que cristaliza, anualmente, passivos de carbono incorporado com vida útil de 50 a 80 anos.

A lacuna de pesquisa identificada situa-se na interface entre o mercado regulado nacional de carbono e a governança urbana local: um campo ainda pouco explorado, que demanda investigação sobre como os instrumentos econômicos de precificação do carbono, em especial as obrigações e os custos impostos pelo SBCE às empresas emissoras, podem, na prática, induzir mudanças concretas no setor de edificações.

Não foram identificados, na literatura nacional consultada, estudos que analisem de forma integrada de que maneira esses instrumentos se articulam com as políticas urbanas paulistanas para promover a descarbonização do ambiente construído, vazio que esta dissertação se propõe a investigar.

Diante da insuficiência teórica e prática da precificação de carbono operando de forma isolada em setores de alta inércia, esta pesquisa propõe a seguinte questão central: Como desenhar uma arquitetura integrada de instrumentos, combinando o SBCE, regulação técnica de desempenho, políticas urbanas de territorialização climática e mecanismos financeiros redistributivos, capaz de converter o sinal de carbono em decisões efetivas de projeto, retrofit e especificação de materiais no setor de edificações paulistano?

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A justificativa desta pesquisa fundamenta-se em três dimensões. No plano acadêmico, contribui para o debate sobre governança climática multinível e a eficácia de instrumentos econômicos em setores difusos.

No plano empírico, fornece subsídios para a compreensão de como o setor imobiliário de São Paulo, o maior do país, reagirá à internalização dos custos de carbono. No plano político, o momento crítico de consolidação institucional do SBCE exige uma síntese de lições internacionais para viabilizar uma arquitetura operacional efetiva que evite o carbon lock-in das cidades brasileiras.

A originalidade do trabalho reside na análise de mecanismos operacionais de articulação entre *policy mix* (Howlett, 2011) e governança policêntrica (Ostrom, 2010) aplicada a um setor de emissões difusas em contexto de alta complexidade territorial urbana. Ao conectar a macroeconomia do carbono à micro-regulação do lote e do edifício, a pesquisa preenche um vazio analítico sobre a operacionalização da justiça climática e da eficiência técnica no desenho de mercados de carbono emergentes.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta dissertação é identificar e analisar os mecanismos de articulação necessários entre o mercado regulado de carbono e os instrumentos de política urbana para

viabilizar a descarbonização estrutural do setor de edificações. Para tanto, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

- (i) Analisar a trajetória institucional e o desenho normativo do SBCE (Lei nº 15.042/2024) e suas implicações para o setor da construção civil;
- (ii) Avaliar as experiências internacionais de *policy mix* em mercados de carbono (União Europeia, Califórnia, Chile e Colômbia) voltadas ao setor de edificações;
- (iii) Identificar os canais de transmissão do sinal de preço do carbono para a cadeia de valor da construção, com foco no carbono incorporado e operacional;
- (iv) Mapear as interfaces regulatórias entre o SBCE e os instrumentos urbanísticos do município de São Paulo (PDE, LPUOS e Quota Ambiental);
- (v) Analisar os riscos distributivos e os impactos da precificação de carbono na cadeia de valor da construção e no mercado imobiliário paulistano;
- (vi) Propor recomendações operacionais para a integração entre o SBCE, instrumentos municipais e regulação técnica, viabilizando a descarbonização com inclusão social.

### 1.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A análise desenvolvida nesta dissertação apoia-se em dois referenciais teóricos complementares: a abordagem de *policy mix*, de Howlett (2011), e a perspectiva de governança policêntrica, de Ostrom (2010). Ambos são adotados não como recurso metodológico, mas como as lentes que estruturam o olhar da pesquisa sobre um problema específico: a governança de emissões difusas no setor de edificações.

Os dois operam em divisão de trabalho analítico. O *policy mix* avalia se o arranjo de instrumentos é coerente; a governança policêntrica explica por que a incoerência surge e o que a corrige.

A perspectiva de *policy mix* desloca a análise da eficácia isolada de cada instrumento para a coerência entre objetivos, instrumentos e contextos institucionais. A pergunta relevante deixa de ser se o SBCE funciona e passa a ser em que arranjo de instrumentos ele pode funcionar para setores cujas emissões se distribuem ao longo de cadeias produtivas extensas (Howlett, 2011). Aplicada ao objeto desta pesquisa, essa lente orienta a avaliação das razões pelas quais o SBCE, isoladamente, tem capacidade limitada de descarbonizar as edificações, e dos instrumentos complementares, regulação urbanística, normas técnicas e mecanismos de financiamento, necessários para compor um arranjo coerente.

A perspectiva de governança policêntrica parte do reconhecimento de que problemas coletivos em ambientes institucionalmente complexos não admitem solução a partir de um único centro decisório (Ostrom, 2010). Essa condição descreve com precisão o setor de edificações, no qual as responsabilidades pelas emissões se distribuem entre incorporadoras, construtoras, fabricantes de materiais, usuários finais e diferentes escalas de governo. Nesta dissertação, porém, a abordagem não cumpre função meramente justificativa da centralidade do município: ela fornece as categorias com que se lê a própria disfunção do arranjo regulatório.

O ambiente construído é governado por múltiplos centros decisórios formalmente independentes. No plano federal, a União precifica emissões por meio do SBCE e define, pela política habitacional, as faixas de renda e o preço regulado da habitação popular. No plano municipal, São Paulo regula uso do solo, licenciamento e desempenho edilício. A escala estadual ocupa posição intermediária, com incidência pontual sobre o setor.

O traço decisivo é que esses centros incidem sobre o mesmo objeto: o empreendimento e, no limite, a unidade habitacional, por racionalidades distintas, e sem que nenhum deles alcance o carbono incorporado dos materiais. A sobreposição, aqui, não é de regulação concorrente sobre um mesmo alvo, mas de centros que tangenciam o mesmo problema sem que qualquer um o governe. É essa sobreposição não coordenada, e não a ausência de instrumentos, que produz os transbordamentos entre escalas analisados no Capítulo 5, em que o sinal econômico federal recai de forma regressiva sobre o território municipal.

Sob a lente policêntrica, a coordenação deixa de ser questão de centralizar ou descentralizar e passa a ser a de identificar os mecanismos, a tradução territorial exercida pelo município e a destinação redistributiva das receitas de leilão, capazes de fazer centros autônomos convergirem para um objetivo climático comum. É também o que distingue uma incoerência corrigível por calibração de uma falha que exigiria novo instrumento, distinção retomada na análise do arranjo SBCE–MCMV.

Em conjunto, os dois referenciais operam como lentes transversais da dissertação: a governança policêntrica orienta a leitura das escalas, dos agentes e dos pontos de descoordenação, enquanto o policy mix guia a avaliação da coerência e da complementaridade entre os instrumentos identificados. É a partir desse quadro que se derivam as proposições e as categorias analíticas operacionalizadas na seção metodológica e

aplicadas ao longo da análise comparada e do estudo de caso, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 — Referencial Teórico

| Referencial                              | Conceito-chave e contribuição à pesquisa                                                                                                                        | Aplicação ao objeto (SBCE / edificações / SP)                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Howlett (2011)<br>Policy Mix             | A efetividade dos instrumentos de política depende da coerência entre objetivos, instrumentos e contexto institucional, não da existência isolada de cada peça. | Orienta a avaliação de por que o SBCE, isoladamente, tem capacidade limitada de descarbonizar o setor de edificações, e quais instrumentos complementares são necessários para formar um arranjo coerente.                               |
| Ostrom (2010)<br>Governança Policêntrica | Problemas coletivos de grande escala demandam múltiplos centros decisórios atuando de forma coordenada, não um único ponto de controle centralizado.            | Sustenta a análise multiescalar, federal, estadual, municipal, das responsabilidades sobre emissões do ambiente construído, e fundamenta a centralidade do município como agente de tradução territorial da política climática nacional. |

Fonte: Adaptado pela autora.

1.4 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória, orientada pela análise de políticas públicas e instrumentos de governança climática. A escolha pela abordagem qualitativa justifica-se pela natureza do objeto de estudo: trata-se de compreender relações institucionais, lacunas normativas e potencialidades de articulação entre instrumentos, dimensões que não se prestam à mensuração quantitativa direta (Yin, 2015; Creswell , 2014). O caráter exploratório decorre da escassez de literatura específica sobre a interface entre o SBCE e o setor de edificações no Brasil, campo ainda em formação após a aprovação da Lei nº 15.042/2024.

A revisão bibliográfica foi conduzida de forma seletiva e estruturada, orientada por descritores temáticos explícitos: *carbon pricing*, *building sector decarbonization*, *embodied carbon*, *policy mix*, *urban climate governance*, SBCE e mercado de carbono Brasil, nas bases Web of Science, Scopus e Google Scholar, com recorte temporal de 2015 a 2025, excetuadas obras clássicas do referencial teórico. A estruturação da revisão seguiu os critérios de pertinência temática, autoridade da fonte e atualidade, garantindo rastreabilidade e replicabilidade na seleção do material de referência (Creswell, 2014).

A estratégia de pesquisa adotada é o estudo de caso (YIN, 2015; FLYVBJERG, 2006, Vol. 2), tendo o município de São Paulo como unidade de análise. A escolha é deliberada e teoricamente fundamentada: o município reúne o maior mercado imobiliário do país, um arcabouço normativo climático relativamente avançado e dinâmicas de produção habitacional que tornam visíveis as tensões entre descarbonização e justiça climática, condições que configuram São Paulo como um caso crítico e revelador dos limites e das potencialidades do SBCE no contexto urbano.

Em consonância com as exigências metodológicas do estudo de caso, o protocolo de pesquisa foi estruturado a partir de quatro elementos constitutivos (Yin, 2015), apresentados a seguir:

O primeiro elemento refere-se às proposições do estudo de caso. A pesquisa orienta-se por duas proposições analíticas centrais: a primeira sustenta que o SBCE, em sua configuração atual, apresenta capacidade limitada de induzir a descarbonização direta do setor de edificações em São Paulo, dado o caráter difuso e fragmentado das emissões setoriais.

A segunda sustenta que a efetividade do SBCE nesse setor é estruturalmente condicionada à existência de um arranjo coerente de instrumentos de política pública, combinando precificação de carbono, regulação urbanística, normas técnicas e mecanismos de financiamento, capaz de traduzir o sinal econômico do carbono em transformações territoriais concretas.

Essas proposições, derivadas do referencial teórico de Howlett (2011) e Ostrom (2010) e informadas pela análise comparada internacional, orientaram a seleção e a codificação dos documentos do corpus, bem como a interpretação dos achados empíricos.

O segundo elemento é a unidade de análise, definida como o conjunto de instrumentos normativos, urbanísticos e de política climática que configuram o arcabouço institucional do município de São Paulo para a governança das emissões do setor de edificações. A escala municipal foi escolhida por representar a interface entre a regulação federal do SBCE e as

condições territoriais concretas de sua implementação, sendo precisamente nessa fronteira que se situam as lacunas e as potencialidades analisadas nesta dissertação.

O terceiro elemento diz respeito às fontes de evidência e à lógica de encadeamento analítico. A evidência empírica foi construída a partir de análise documental, procedimento detalhado na sequência, sem coleta primária por entrevistas, em razão do escopo e do prazo da pesquisa, limitação reconhecida e discutida ao final desta seção. O encadeamento analítico seguiu lógica dedutivo-abdutiva: as proposições orientaram a codificação inicial dos documentos, com abertura para categorias emergentes identificadas ao longo do processo, conforme preconizado pela análise de conteúdo temática (Bardin, 2011).

O quarto elemento é a distinção entre análise comparada e estudo de caso, necessária para delimitar o escopo empírico. Os capítulos dedicados às experiências internacionais: União Europeia, Califórnia, Chile e Colômbia, constituem etapa preliminar de contextualização e de geração de categorias analíticas comparadas, e não estudos de caso independentes.

As jurisdições que compõem a análise comparada situam-se em escalas de governo distintas: a União Europeia, em escala supranacional, como bloco econômico; a Califórnia, em escala subnacional (estadual); e Chile e Colômbia, em escala nacional. O Brasil é analisado em escala nacional, no que se refere ao SBCE e ao marco regulatório federal, e em escala municipal, no estudo de caso de São Paulo.

Essa heterogeneidade de escalas não constitui inconsistência metodológica: ela decorre da estratégia adotada, em que as experiências internacionais não são tomadas como casos equivalentes, comparados termo a termo com o município de São Paulo, mas como fontes de mecanismos de política e categorias analíticas transferíveis. O que se transfere não é a escala, e sim o mecanismo, a forma como o sinal de preço do carbono é transmitido, ou bloqueado, em direção ao setor de edificações, independentemente do nível de governo em que o instrumento foi originalmente implementado.

Cada instrumento internacional é analisado na escala em que foi efetivamente implementado, e não rebaixado à escala municipal. A passagem ao nível local ocorre apenas no contexto brasileiro e é mediada pela arquitetura federativa: o SBCE é um instrumento federal, cujos efeitos sobre o ambiente construído se materializam territorialmente no município, onde se concentram as competências de uso e ocupação do solo, licenciamento e desempenho das edificações.

É essa tradução territorial: do sinal econômico nacional para a regulação urbanística local, que o estudo de caso de São Paulo examina, e que a perspectiva de governança policêntrica (Ostrom, 2010) permite tratar como articulação entre escalas, e não como comparação entre unidades de mesmo nível.

O estudo de caso de São Paulo é, portanto, a unidade central de análise empírica da dissertação, e não um quinto caso da análise comparada. A pesquisa baseia-se em análise documental como procedimento principal de coleta de dados. O corpus foi constituído por documentos primários e secundários, organizados em três grupos.

O Grupo I compreende legislação e documentos institucionais brasileiros, totalizando dezoito documentos, entre os quais a Lei nº 15.042/2024 (SBCE), decretos regulamentadores, o PlanClima SP, o Plano Diretor Estratégico de 2014 (revisado), a LPUOS, a Resolução CADES 284/2024, o Plano Municipal de Mudança Climática e normas ABNT pertinentes à eficiência energética e ao carbono incorporado.

O Grupo II reúne documentos de referência internacional das quatro jurisdições selecionadas. A seleção dessas jurisdições seguiu critérios explícitos: maturidade e escala dos sistemas de precificação de carbono, que justificam a inclusão da União Europeia (EU ETS, desde 2005) e da Califórnia (*cap and trade*, desde 2013), ambas com experiências documentadas de integração com o setor de edificações; similaridade institucional e socioeconômica com o Brasil, que fundamenta a inclusão de Chile e Colômbia, economias latino-americanas de renda média com mercados imobiliários em expansão e marcos regulatórios climáticos recentes; diversidade de instrumentos adotados, uma vez que as quatro jurisdições combinam, em proporções distintas, precificação por *cap-and-trade* e por taxação, regulação técnica e instrumentos de financiamento; e disponibilidade e qualidade documental, com acesso a documentação oficial, relatórios de autoridades reguladoras e literatura científica revisada por pares.

O Grupo III é composto por quarenta e dois artigos e relatórios científicos e técnicos, selecionados nas bases Web of Science, Scopus e Google Scholar com os descritores *carbon pricing*, *building sector decarbonization*, *embodied carbon*, *policy mix*, *urban climate governance*, SBCE e mercado de carbono Brasil, com recorte temporal de 2015 a 2025, com exceção de obras clássicas do referencial teórico.

A triagem dos documentos seguiu três critérios complementares: pertinência temática, entendida como relação direta com precificação de carbono, edificações ou instrumentos urbanísticos; autoridade da fonte, com preferência por documentos oficiais, periódicos



revisados por pares e relatórios de organizações reconhecidas; e atualidade, com ênfase em publicações posteriores a 2018, dado o ritmo de aceleração do marco regulatório climático. A coleta foi encerrada quando novos documentos deixaram de introduzir categorias ou argumentos não contemplados no corpus já constituído, critério de saturação compatível com a abordagem qualitativa adotada (Creswell, 2014).

Os dados foram tratados por meio da análise de conteúdo temática (Bardin, 2011), desenvolvida em três etapas sequenciais. A pré-análise consistiu em leitura flutuante do corpus, formulação de hipóteses interpretativas iniciais e definição das unidades de registro, compreendidas como trechos textuais referentes a instrumentos, lacunas normativas, barreiras institucionais e potencialidades de articulação.

A exploração do material consistiu na codificação sistemática dessas unidades em categorias analíticas definidas a priori a partir do referencial teórico apresentado na seção de Fundamentação Teórica, a tipologia de instrumentos e a abordagem de policy mix (Howlett, 2011) e a perspectiva de governança policêntrica (Ostrom, 2010), com abertura para categorias emergentes.

As categorias foram posteriormente refinadas à luz da leitura do corpus, resultando no seguinte conjunto: instrumentos estratégicos, instrumentos de precificação, instrumentos técnico-regulatórios, instrumentos de financiamento e barreiras institucionais e lacunas regulatórias, esta última derivada da análise empírica.

A etapa de tratamento e inferência consistiu na interpretação dos resultados da codificação à luz do referencial teórico, buscando identificar padrões de convergência e de tensão entre as jurisdições analisadas e o contexto paulistano, com o auxílio de matrizes-síntese por instrumento e por jurisdição.

A coerência da codificação foi assegurada não por contagem de ocorrências, mas pela aplicação de regras de inclusão e de fronteira explícitas (Apêndice A), que tornam rastreável e replicável a atribuição de cada unidade de registro às categorias, procedimento compatível com a vertente categorial-temática da análise de conteúdo (Bardin, 2011).

Esta pesquisa apresenta três limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O estudo de caso único de São Paulo oferece profundidade analítica, mas limita a transferibilidade dos achados para outros contextos metropolitanos brasileiros, o que constitui agenda para pesquisas futuras.

A análise documental, como procedimento exclusivo de coleta, não capta percepções e estratégias dos atores do setor privado, dimensão que poderia ser complementada por

entrevistas semiestruturadas em etapa posterior. Por fim, o SBCE encontra-se em fase inicial de implementação, de modo que parte dos documentos regulamentadores ainda estava em elaboração durante o período de coleta; os achados desta dissertação refletem, portanto, o estado do marco normativo até janeiro de 2026.

## **2 DESCARBONIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES: CONTEXTO GLOBAL E AMBIENTE CONSTRUÍDO**

A intensificação dos eventos climáticos extremos, a perda acelerada de biodiversidade e o risco de colapso de sistemas ecológicos essenciais evidenciam que o planeta se aproxima e, em alguns casos, já ultrapassa limites críticos de estabilidade climática. Esse cenário reforça a urgência de respostas coordenadas e estruturais, uma vez que os impactos ambientais deixam de ser projeções futuras e passam a se manifestar de forma concreta e crescente no presente.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, a temperatura média global já aumentou cerca de 1,1 °C a 1,2 °C em relação ao período pré-industrial, com estimativas mais recentes apontando para valores próximos de 1,2 °C em 2023. No mesmo ano, a temperatura global chegou temporariamente a superar 1,4 °C em determinados meses, um limiar histórico, indicando que o adiamento de ações de mitigação compromete de forma crescente a possibilidade de estabilização do sistema climático (IPCC, 2023; Copernicus Climate Change Service, 2024).

Nesse contexto, entende-se que a descarbonização passa a ser estratégia central, compreendida como a redução progressiva das emissões de GEE associadas às atividades econômicas.

A literatura ressalta, contudo, que essa transição não se limita à substituição de fontes fósseis por energias renováveis, exigindo transformações estruturais nos padrões de produção, consumo e governança econômica (Leff, 2006; Sachs, 2009). A crise climática manifesta-se, assim, como fenômeno simultaneamente ambiental, econômico e social, com impactos desproporcionais sobre países em desenvolvimento e populações vulneráveis.

A noção de limites planetários, introduzida por Rockström et al. (2009), contribui para compreender a dimensão sistêmica desse desafio ao afirmar que o desenvolvimento humano deve respeitar fronteiras biofísicas essenciais para a manutenção das condições de vida na Terra. O sistema climático figura entre os limites já transgredidos, o que reforça a urgência de respostas coordenadas em escala global.

Relatórios recentes convergem nesse diagnóstico. O Relatório de Riscos Globais do Fórum Econômico Mundial aponta que os riscos climáticos, como eventos extremos, escassez hídrica e falhas na mitigação, dominam o horizonte de médio e longo prazo da economia global, evidenciando a interdependência entre estabilidade ambiental, segurança econômica e

coesão social (WEF, 2025). Esses riscos não se restringem a impactos ambientais diretos, mas afetam cadeias produtivas, sistemas financeiros, infraestrutura urbana e padrões de investimento (Figura 1).

Figura 1 — Riscos globais classificados por gravidade a longo prazo



Fonte: Adaptado pela autora WEF (2025).

A recorrência desses riscos em relatórios anuais desde 2022 evidencia uma tendência estrutural, não conjuntural, que desafia tanto políticas nacionais quanto acordos multilaterais (ver Figura 2).

Figura 2 — Avaliação de Riscos Globais

| WEF 2024                                         | WEF 2023                                           | WEF 2022                              |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Eventos Climáticos Extremos                      | Falha na mitigação das mudanças climáticas         | Falha na ação climática               |
| Mudanças Críticas ao sistema terrestre           | Falha na adaptação às mudanças climáticas          | Clima extremo                         |
| Perda de Biodiversidade e colapso do ecossistema | Desastres naturais e eventos climáticos extremos   | Perda de Biodiversidade               |
| Escassez de recursos naturais                    | Perda de Biodiversidade e colapso do ecossistema   | Erosão da coesão social               |
| Desinformação e informações falsas               | Migração involuntária em larga escala              | Crises de subsistência                |
| Resultados adversos das tecnologias de IA        | Crises de recursos naturais                        | Doenças infecciosas                   |
| Migração involuntária                            | Erosão da coesão social e polarização da sociedade | Danos ambientais causados por humanos |
| Insegurança cibernética                          | Cibercrime disseminado e insegurança cibernética   | Crises de recursos naturais           |
| Polarização social                               | Confronto geoeconômico                             | Crise de dívida                       |
| Poluição                                         | Incidentes de danos ambientais em larga escala     | Confronto geoeconômico                |

Fonte: Adaptado pela autora WEF (2025).

Apesar do avanço do arcabouço institucional internacional desde a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), persiste uma distância significativa entre os compromissos assumidos pelos países e os resultados efetivamente alcançados.

As Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), mesmo quando plenamente implementadas, ainda se mostram insuficientes para limitar o aquecimento global a 1,5 °C, conforme previsto no Acordo de Paris. Segundo o Emissions Gap Report do PNUMA, as políticas atualmente em vigor conduzem o planeta a um aquecimento estimado de aproximadamente 2,6 °C até 2100, enquanto a implementação integral das NDCs reduziria essa trajetória para cerca de 2,1 °C, ainda acima dos níveis considerados seguros pela ciência climática (UNEP, 2023; IPCC, 2023). Esse descompasso revela uma falha coletiva de ambição e implementação, reforçando a necessidade de instrumentos mais eficazes de indução econômica, regulatória e tecnológica.

Essa insuficiência é particularmente relevante para o setor de edificações, cuja contribuição para as emissões globais decorre tanto do consumo energético operacional quanto das emissões incorporadas em materiais como cimento, aço, vidro e alumínio.

Embora a governança climática global tenha avançado desde o Acordo de Paris, as metas específicas de eficiência energética, eletrificação, uso de materiais de baixo carbono e descarbonização do ambiente construído permanecem limitadas em muitos países. Avaliações

internacionais indicam que poucos países possuem estratégias para edificações compatíveis com uma trajetória de 1,5 °C, o que reforça a necessidade de integrar políticas climáticas nacionais a instrumentos setoriais, normas técnicas, financiamento verde e mecanismos de precificação de carbono (Climate Action Tracker, 2024).

O primeiro Global Stocktake (Balanço Global do Acordo de Paris), concluído na COP28, em Dubai, em dezembro de 2023, confirmou esse diagnóstico ao reconhecer que os avanços globais permanecem insuficientes para o cumprimento das metas climáticas (UNEP, 2023).

O documento destacou a necessidade de triplicar a capacidade instalada de energias renováveis e duplicar a taxa de melhoria da eficiência energética até 2030, além de registrar, pela primeira vez em uma decisão da UNFCCC, a necessidade de uma “transição para longe dos combustíveis fósseis”, ainda que em termos não vinculantes (UNFCCC, 2023; IPCC, 2023). Esses marcos indicam que a transição energética, a eficiência no uso de recursos e a descarbonização das economias urbanas passaram a ocupar posição central na política climática internacional.

Os mecanismos de governança climática evoluíram de uma lógica predominantemente voluntária e declaratória para arranjos progressivamente mais operacionais, nos quais instrumentos econômicos, regulatórios e financeiros passam a desempenhar papel estratégico. A literatura aponta que a efetividade da ação climática depende menos da existência isolada de metas e mais da capacidade institucional de integrá-las a políticas setoriais, sistemas financeiros e estruturas territoriais, especialmente em contextos urbanos, onde se concentram emissões, consumo de recursos e vulnerabilidades socioambientais (Ostrom, 2010; Jordan *et al.*, 2018).

Essa constatação fundamenta a crescente centralidade dos mercados regulados de carbono, das normas técnicas de desempenho e dos instrumentos financeiros verdes como elementos estruturantes da governança climática contemporânea. Ainda que tais instrumentos não sejam suficientes de forma isolada, sua articulação em arranjos coerentes de políticas públicas constitui condição necessária para enfrentar a insuficiência dos resultados globais observados até o momento (IPCC, 2022; World Bank, 2024).

## 2.1 GOVERNANÇA CLIMÁTICA GLOBAL

O regime climático internacional consolidou-se sobre três pilares centrais: o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas e respectivas capacidades (CBDR-RC), e as agendas de mitigação e adaptação. A mitigação refere-se às ações destinadas a reduzir ou limitar as emissões de GEE, enquanto a adaptação envolve ajustes em sistemas humanos e naturais para enfrentar os impactos já observados das mudanças do clima (IPCC, 2022; BODANSKY, 2010).

O CBDR-RC, formalizado no Artigo 3 da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 1998), estabelece que todos os países devem proteger o sistema climático, embora com níveis diferenciados de compromisso, refletindo suas capacidades e contribuições históricas. Esse princípio orienta a distribuição de esforços entre mitigação e adaptação e permanece como fundamento normativo da governança climática global.

A UNFCCC inaugurou o arcabouço jurídico internacional ao reconhecer a necessidade de articular mitigação, adaptação e cooperação. O Protocolo de Quioto (1998) aprofundou essa estrutura ao instituir as primeiras metas vinculantes de redução de emissões para países desenvolvidos e ao introduzir mecanismos de flexibilidade, Comércio Internacional de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), responsáveis por estruturar os mercados iniciais de carbono (UNFCCC, 1998; Viola & Franchini, 2012).

No contexto brasileiro, a principal experiência prévia com instrumentos de mercado foi o MDL. Embora relevante como aprendizado institucional, especialmente no desenvolvimento de metodologias de mensuração, reporte e verificação (MRV), o MDL apresentou limitações estruturais importantes.

Sua lógica baseada em projetos individuais e sua baixa capilaridade em setores difusos restringiram sua capacidade de induzir transformações estruturais no ambiente urbano e no setor de edificações, evidenciando a necessidade de instrumentos mais abrangentes e integrados à política econômica nacional.

Com o Acordo de Paris, o regime internacional de governança climática passou por uma transformação estrutural, substituindo o modelo hierárquico e centralizado do Protocolo de Quioto por uma arquitetura baseada nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). Essa mudança consolidou um arranjo híbrido, no qual coexistem objetivos globais comuns e maior autonomia nacional na definição de metas e instrumentos, ampliando a

corresponsabilidade entre os Estados e reforçando a articulação entre mitigação e adaptação (Viola & Franchini, 2012; Viola & Franchini, 2018).

O Acordo de Paris (United Nations, 2015) também representou um avanço ao reconhecer explicitamente a interdependência entre mitigação e adaptação, ao indicar que a redução de emissões contribui para diminuir riscos futuros e que estratégias adaptativas são essenciais para a resiliência social, econômica e ecológica, especialmente em países em desenvolvimento (Marengo et al., 2017; Viola & Franchini, 2012).

A transição de um modelo predominantemente *top-down*<sup>1</sup>, característico do regime de Quioto, baseado em metas obrigatórias restritas aos países desenvolvidos, para uma abordagem *bottom-up*<sup>2</sup>reflete distintas formas de articulação entre autoridade e cooperação no sistema internacional. No caso de Quioto, a rigidez institucional e a assimetria de responsabilidades evidenciaram limites políticos e de implementação, dificultando a adesão ampla e a efetividade do regime (La Rovere *et al.*, 2016; Viola & Franchini, 2018).

Já o Acordo de Paris busca maior flexibilidade e engajamento doméstico, ainda que levante desafios relevantes quanto à ambição, comparabilidade e implementação das metas nacionais, ao adotar uma lógica descentralizada na qual cada país define suas NDCs, revisadas periodicamente, de acordo com suas capacidades econômicas, tecnológicas e sociais (Jordan *et al.*, 2015). Esse arranjo aproxima-se da ideia de “governança policêntrica” formulada por Ostrom (2010), na qual múltiplos centros de decisão, nacionais, regionais e locais, atuam de forma coordenada, estimulando inovação e aprendizado entre escalas.

O Artigo 6 do Acordo de Paris reformulou a arquitetura internacional de mercados de carbono ao prever mecanismos cooperativos e instrumentos de crédito entre países. Na COP29 (UNFCCC, 2024), suas regras foram substancialmente avançadas: os países chegaram a consenso sobre as diretrizes operacionais do Artigo 6.4, o denominado Mecanismo de Crédito do Acordo de Paris (PACM) e do Artigo 6.2, que rege acordos bilaterais entre nações. Embora questões operacionais sobre metodologias, elegibilidade e supervisão permaneçam em desenvolvimento, a decisão viabilizou o início da operacionalização do mercado global de

---

<sup>1</sup>Modelo top-down é aquele referente a processos de formulação, decisão e implementação que partem de níveis hierárquicos superiores (governos centrais, organismos reguladores ou instâncias decisórias estratégicas) em direção aos níveis locais ou operacionais. Nesse modelo, metas, normas e diretrizes são definidas centralmente, cabendo aos atores subnacionais ou executores sua aplicação e cumprimento.

<sup>2</sup>Modelo bottom up parte das iniciativas, práticas e capacidades dos atores locais, como governos subnacionais, setor privado, comunidades e organizações da sociedade civil. As políticas e soluções emergem de experiências concretas, sendo posteriormente consolidadas, escaladas ou institucionalizadas em níveis superiores.



carbono sob supervisão da ONU, ampliando a integração entre políticas nacionais e instrumentos financeiros de mitigação.

Apesar desses avanços, persistem desafios estruturais. Os relatórios da UNEP (2023) e do World Bank (2024) indicam que apenas cerca de 24% das emissões globais estão cobertas por instrumentos de precificação de carbono, e menos de 1% a preços compatíveis com a meta de 2 °C. Essa defasagem evidencia a distância entre compromissos internacionais e a ambição necessária para alcançar a neutralidade de emissões até meados do século.

As críticas formuladas no campo da justiça climática concentram-se, em grande medida, na assimetria entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, ancorada no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas e na responsabilidade histórica pelas emissões acumuladas e na consequente distribuição desigual de custos e de capacidades de resposta (Okereke, 2021; Roberts & Parks, 2007). Indicador recorrente dessa assimetria é o descumprimento da meta coletiva de mobilizar US\$ 100 bilhões anuais em financiamento climático, originalmente prevista para 2020, o que compromete a confiança no regime e limita a capacidade de adaptação dos países mais vulneráveis (UNFCCC, 2021; OECD, 2023). Esta dissertação não se ocupa, contudo, dessa dimensão distributiva internacional: seu recorte situa-se na escala urbana e setorial, voltando-se aos mecanismos de transmissão do sinal de carbono ao setor de edificações no contexto de São Paulo

A criação do SBCE está alinhada à arquitetura do Acordo de Paris, ao materializar, no plano doméstico, instrumentos econômicos voltados ao cumprimento das NDCs. Ao instituir um mercado regulado de carbono, com metas setoriais, governança institucional e mecanismos permanentes de precificação, o SBCE desloca a política climática do campo experimental para o núcleo da regulação econômica. Diferentemente de instrumentos voluntários ou baseados em projetos, o sistema introduz um sinal econômico contínuo, capaz de influenciar decisões de investimento, financiamento e gestão de riscos.

Embora o setor de edificações não figure, em um primeiro momento, como emissor direto regulado pelo SBCE, a literatura internacional sugere que seus efeitos tendem a se manifestar de forma indireta, por meio do repasse de custos do carbono aos preços de insumos intensivos em emissões e da reorientação de fluxos financeiros e critérios de avaliação de risco. Dessa forma, o SBCE atua como instrumento estruturante, cuja efetividade depende de sua articulação com políticas setoriais, instrumentos urbanísticos e mecanismos de financiamento capazes de mitigar impactos regressivos e induzir inovação tecnológica no setor da construção.

A compreensão dos instrumentos de precificação de carbono, portanto, exige uma abordagem que vá além de seu desenho formal, incorporando a análise de seus efeitos sistêmicos e de sua interação com outros instrumentos de política pública. É nesse campo de interações, entre mercado regulado, governança econômica e políticas urbanas, que se insere a análise desenvolvida nos capítulos seguintes, com foco no estudo de caso da cidade de São Paulo.

### **2.1.1 Instrumentos de mitigação:**

A intensificação da crise climática tem impulsionado a busca por instrumentos eficazes de mitigação, que complementem a regulação tradicional e permitam alcançar metas de redução de emissões com maior eficiência e menor custo social. A precificação de carbono passa a ser uma ferramenta central, ao internalizar o custo ambiental das emissões, um conceito fundamentado na teoria das externalidades de Pigou (1932) e no princípio do poluidor-pagador da OECD (1972). Ao atribuir um valor monetário às emissões de GEE, a precificação de carbono incentiva empresas e consumidores a migrarem para tecnologias e práticas de baixo impacto climático.

A internalização desse custo, contudo, não se restringe aos agentes diretamente regulados. Estudos empíricos demonstram que ele é parcialmente transferido aos preços finais de bens e serviços ao longo das cadeias produtivas. Para o setor de edificações, o parâmetro relevante não é o preço absoluto do carbono, mas a elasticidade do repasse nos mercados de insumos intensivos em emissões, canal analisado em detalhe na seção 4.3.

O repasse desses custos impacta diretamente a viabilidade de projetos, os preços de imóveis e as políticas públicas de habitação e infraestrutura urbana. Tal cenário reforça a necessidade de uma calibragem cuidadosa dos instrumentos de precificação, especialmente em contextos de elevada desigualdade socioeconômica, onde os efeitos distributivos podem ser regressivos.

A precificação de carbono pode ser implementada principalmente de duas formas. A primeira são os Sistemas de Comércio de Emissões (ETS ou cap and trade), que estabelecem um limite máximo (cap) para as emissões totais de um setor ou economia e permitem a negociação de permissões de emissão entre os participantes. Exemplos notáveis incluem o EU ETS, em operação desde 2005, o sistema californiano, ativo desde 2013, e, mais

recentemente, o SBCE, instituído pela Lei nº 15.042/2024 e atualmente em fase de regulamentação.

A segunda forma é a taxação de carbono, que aplica um preço fixo por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente emitida, como observado em países como Suécia, Canadá, Chile e Colômbia, conforme dados do Banco Mundial (World Bank, 2024, p. 21).

Ambos os modelos regulados apresentam vantagens e desafios distintos. Enquanto o cap and trade oferece um controle direto sobre o volume total de emissões e estimula a formação de um mercado secundário de permissões, a taxação de carbono tende a ser mais transparente e de administração mais simples, embora sua efetividade em atingir metas ambientais dependa de ajustes políticos contínuos no valor da taxa.

A escolha entre esses modelos é complexa e depende do contexto institucional, político e econômico de cada país. Do ponto de vista teórico, a equivalência entre ETS e taxação de carbono, postulada por Weitzman (1974), não se sustenta em condições de incerteza: o ETS é preferível quando os custos de abatimento são incertos e a curva de danos é relativamente plana, garantindo resultados ambientais quantitativos; a taxação, por sua vez, é mais eficiente quando os danos marginais são bem estimados e a curva de abatimento é íngreme.

Na prática, países com menor capacidade regulatória e institucional tendem a obter melhores resultados com a taxação no curto prazo, enquanto economias com mercados financeiros desenvolvidos e sistemas robustos de MRV podem favorecer o ETS (World Bank, 2024).

A capacidade institucional, conforme discutido por Ostrom (2010) sobre governança policêntrica e por Bodansky (2010) e Jordan et al. (2018) sobre a efetividade de regimes ambientais, é um fator determinante, especialmente em contextos de renda média como o Brasil (Fugazza, s.d.).

É fundamental compreender que, em setores caracterizados por emissões difusas, como o ambiente construído, os efeitos dos instrumentos de precificação de carbono manifestam-se de forma indireta. Mesmo quando as permissões de emissão são alocadas gratuitamente, o custo de oportunidade de não as vender no mercado é incorporado aos preços de produtos intensivos em emissões, como cimento e aço. Esse fenômeno, conhecido como "*Pass-through*" (repasse do custo de oportunidade), pode transferir entre 40% e 100% do custo do carbono para os preços finais.

Além dos mecanismos regulados, existem os mercados voluntários de carbono, nos quais empresas e indivíduos podem compensar suas emissões por meio da compra de créditos certificados de redução ou remoção de GEE. Esses créditos são gerados por projetos diversos, como reflorestamento, energia renovável, agricultura regenerativa e manejo sustentável de resíduos. O Quadro 2, abaixo, demonstra os principais aspectos e diferenças entre os mercados regulado e voluntário.

Quadro 2 — Comparativo entre os modelos regulado e voluntário

| Aspecto                           | Mercado Regulado                                               | Mercado Voluntário                                                       |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Natureza Jurídica                 | Obrigatório, com base em legislação nacional/internacional     | Adesão voluntária; instrumentos de mercado autorregulados                |
| Fundamento Legal                  | Lei, decreto ou regulação que cria obrigação de compliance     | Protocolos privados (VCS, Gold Standard, Verra); certificação voluntária |
| Atores Participantes              | Setores definidos por reguladores; participação compulsória    | Empresas, ONGs, indivíduos, projetos comunitários                        |
| Instrumento de Troca              | Permissões/Quotas (CAPs/CBEs) ou créditos obrigatórios         | Créditos de carbono certificados (VERs)                                  |
| Monitoramento e Verificação (MRV) | Auditoria governamental com metodologias prescritivas          | Verificadores independentes acreditados (terceira parte)                 |
| Objetivo Principal                | Cumprimento de metas legais de redução de GEE (compliance)     | Compensação voluntária; reputação corporativa (ESG); adicionalidade      |
| Exemplos Principais               | EU ETS (Europa), SBCE (Brasil), California Cap-and-Trade (EUA) | VCS/Verra, Gold Standard, REDD+ voluntário, ACR                          |
| Liquidez e Preço                  | Preço descoberto em mercado; liquidez normalmente maior        | Preços heterogêneos; liquidez variável; prêmio por                       |

| Aspecto                 | Mercado Regulado                                    | Mercado Voluntário                                          |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                         |                                                     | tipo/qualidade                                              |
| Risco de Adicionalidade | Risco de vazamento (leakage) para fora da regulação | Risco de créditos não-adicionais; mecanismos de salvaguarda |

Fonte: Elaborado pela autora com base em análise comparativa de marcos regulatórios (EU ETS, SBCE/Lei 15.042/2024) e protocolos voluntários (Verra, Gold Standard)..

O quadro demonstra que, enquanto os mercados regulados têm como objetivo principal o cumprimento de metas legais de redução de emissões, os mercados voluntários ampliam a participação de setores, territórios e agentes ainda não abrangidos por políticas obrigatórias. Em países em desenvolvimento, podem funcionar como porta de entrada para investimentos climáticos e projetos territoriais de mitigação.

Os créditos do mercado voluntário, conhecidos como Unidades de Redução de Emissões (UREs), são verificados por padrões de qualidade e integridade ambiental como o *Verified Carbon Standard* (VCS), administrado pela Verra<sup>3</sup>, o Gold Standard, criado por organizações como o WWF<sup>4</sup>, e as diretrizes do *Integrity Council for the Voluntary Carbon Market* (ICVCM)<sup>5</sup>.

Contudo, sua contribuição efetiva depende de critérios rigorosos de integridade ambiental, governança transparente e articulação com políticas públicas, evitando que a compensação voluntária substitua medidas estruturais de descarbonização.

<sup>3</sup>Verra é uma organização internacional sem fins lucrativos responsável pela gestão de padrões voluntários de certificação ambiental, notadamente o Verified Carbon Standard (VCS), amplamente utilizado para a emissão de créditos de carbono no mercado voluntário. A organização estabelece metodologias e supervisiona o ciclo de monitoramento, reporte e verificação (MRV) de projetos de redução ou remoção de emissões, embora sua atuação também seja objeto de debates críticos quanto à integridade ambiental e à adicionalidade dos créditos emitidos (Verra, 2023).

<sup>4</sup>World Wide Fund for Nature (WWF) é uma organização internacional não governamental dedicada à conservação ambiental e à promoção do desenvolvimento sustentável. No campo da política climática, o WWF atua na produção de estudos técnicos, advocacy e monitoramento de políticas públicas, incluindo análises sobre mercados de carbono, integridade ambiental e alinhamento dos instrumentos de precificação às metas do Acordo de Paris, exercendo papel relevante no debate público e na difusão de boas práticas, ainda que sem função regulatória formal (WWF, 2022; WWF, 2023).

<sup>5</sup>Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM) é uma iniciativa internacional independente criada para estabelecer critérios de integridade ambiental e credibilidade para o mercado voluntário de carbono. O Conselho definiu os Core Carbon Principles (CCPs), que orientam a elegibilidade e a qualidade dos créditos, buscando reduzir riscos de greenMs, dupla contagem e baixa adicionalidade, embora sua atuação se concentre em padrões voluntários e não possua caráter regulatório vinculante (ICVCM, 2023).

Embora ofereçam flexibilidade e incentivem o financiamento de projetos de mitigação, os mercados voluntários enfrentam desafios relacionados à integridade, à adicionalidade e ao risco de *greenwashing*<sup>6</sup>, onde empresas podem usar a compensação para mascarar a falta de esforços reais de descarbonização em suas operações (UNEP, 2023; Fonseca, 2025).

Globalmente, a precificação de carbono tem ganhado tração. De acordo com o relatório *State and Trends of Carbon Pricing 2024* do Banco Mundial, as receitas globais provenientes de instrumentos de precificação, como mercados de comércio de emissões e impostos sobre carbono, atingiram juntos o recorde de US\$ 104 bilhões em 2023. Foram mapeados 73 instrumentos de precificação de carbono em operação, cobrindo 24% das emissões globais de GEE e gerando mais de US\$ 104 bilhões em receitas (World Bank, 2024).

Apesar desse avanço, os preços atualmente praticados ainda são insuficientes para induzir transformações estruturais compatíveis com as metas do Acordo de Paris. O mesmo relatório aponta que menos de 1% das emissões globais está sujeito a um preço alinhado à trajetória de limitação do aquecimento a 2 °C, estimado entre US\$ 63 e US\$ 127 por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente. Esse dado evidencia que a existência de mecanismos de precificação, por si só, não garante a efetividade climática dos instrumentos (World Bank, 2024);

No Brasil, a regulamentação da precificação de carbono ganhou maior densidade normativa com a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009) e, mais recentemente, com a promulgação da Lei nº 15.042/2024, que instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). A criação desse sistema representa um marco na política climática nacional, ao estabelecer instrumentos voltados ao controle e à redução das emissões e aproximar o país das experiências já adotadas em outras jurisdições.

Contudo, a efetividade desses instrumentos no contexto brasileiro depende de uma governança robusta e da capacidade institucional para implementar e fiscalizar as políticas. A complexidade das cadeias de valor da construção civil, a fragmentação do setor e a necessidade de considerar a justiça climática e o direito à cidade são desafios que exigem uma

---

<sup>6</sup>Greenwashing refere-se a práticas pelas quais organizações divulgam informações enganosas, exageradas ou seletivas sobre o desempenho ambiental de produtos, serviços ou políticas, com o objetivo de aparentar responsabilidade climática sem correspondência efetiva em reduções reais de impacto. No contexto dos mercados de carbono, o greenwashing está associado, sobretudo, ao uso de créditos de baixa integridade ambiental, com problemas de adicionalidade, mensuração ou dupla contagem, comprometendo a credibilidade dos instrumentos de mitigação (UNEP, 2023).

abordagem integrada, que combine a precificação de carbono com políticas urbanas, normas técnicas e mecanismos de financiamento. A ausência de tal articulação pode limitar o potencial de mitigação e, paradoxalmente, exacerbar desigualdades socioespaciais.

### **2.1.2 Instrumentos de adaptação**

A agenda global do clima, tradicionalmente centrada na mitigação, passou nas últimas décadas a reconhecer a adaptação como pilar igualmente essencial da governança climática. A adaptação busca reduzir a vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais aos impactos das mudanças do clima, fortalecendo sua capacidade de resistência e transformação (IPCC, 2022). Nesse sentido, os instrumentos econômicos e jurídicos de adaptação tornaram-se fundamentais para integrar políticas de clima, planejamento urbano e desenvolvimento sustentável.

Do ponto de vista jurídico, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e o Acordo de Paris (2015) consolidaram o dever dos Estados de formular Planos Nacionais de Adaptação (NAPs) e mecanismos de governança capazes de proteger populações e ecossistemas vulneráveis.

O artigo 7º do Acordo de Paris reconhece explicitamente a adaptação como processo global, orientado por princípios de equidade, gênero e conhecimento tradicional, reforçando a obrigação de cooperação internacional e financiamento climático. Essa orientação foi internalizada no Brasil com a Lei nº 14.904/2024, que institui a Política Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), criando diretrizes para integração entre políticas setoriais de habitação, saneamento, mobilidade, energia e uso do solo e instrumentos de gestão territorial em diferentes esferas federativas.

No campo econômico, destacam-se mecanismos orientados à internalização do risco climático e à indução de investimentos em resiliência e mitigação, especialmente por meio de instrumentos financeiros e incentivos regulatórios. Entre esses mecanismos, sobressaem os fundos climáticos, como o Fundo Verde para o Clima, no plano internacional, e o Fundo Clima, no âmbito nacional, que direcionam recursos para projetos de mitigação, adaptação e fortalecimento de capacidades institucionais em países e territórios vulneráveis (Green Climate Fund, 2024; Brasil, 2009).

Complementarmente, instrumentos fiscais e urbanísticos vêm sendo incorporados às legislações municipais como forma de estimular edificações mais resilientes e sustentáveis.

No município de São Paulo, por exemplo, o artigo 10 da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 16.402/2016, com atualizações em 2024) prevê incentivos urbanísticos, como a concessão de potencial construtivo adicional, condicionados à adoção de soluções ambientais e de desempenho urbano, reforçando a articulação entre política climática, regulação do uso do solo e estratégias de adaptação no ambiente construído (São Paulo, 2016; São Paulo, 2024).

Tomados em conjunto, esses instrumentos evidenciam que a resposta climática no ambiente construído e edificações não se reduz à precificação de carbono: depende de um arranjo coordenado de instrumentos jurídicos, financeiros e regulatórios, com funções e temporalidades distintas. É essa coordenação, e não a mera soma de instrumentos isolados, que a literatura de *policy mix* identifica como determinante da efetividade (Howlett, 2011), e que estrutura a análise desenvolvida nesta dissertação.

Por fim, a experiência comparada indica que a regulação técnica, padrões de eficiência energética, certificações ambientais e normas urbanísticas, é tão decisiva quanto a precificação para o setor de edificações (Ürge-Vorsatz *et al.*, 2020), dimensão aprofundada no capítulo seguinte.

## 2.2 A TRANSIÇÃO CLIMÁTICA DAS EDIFICAÇÕES

O contexto urbano contemporâneo é marcado por transformações profundas intensificadas pela crise climática. Segundo o *World Cities Report 2022*, até 2050 cerca de 70% da população mundial viverá em áreas urbanas, ampliando significativamente a demanda por infraestrutura, habitação, saneamento e serviços capazes de responder a eventos climáticos extremos (UN- Habitat, 2022).

Ao mesmo tempo, as cidades concentram aproximadamente 70% das emissões globais de gases de efeito estufa, colocando o espaço urbano no centro das estratégias internacionais de mitigação (UN-Habitat, 2020). Essa dinâmica, porém, não ocorre de maneira homogênea. Em 2020, mais de um bilhão de pessoas viviam em assentamentos informais ou em condições habitacionais inadequadas, número que pode ultrapassar dois bilhões nas próximas décadas, sobretudo em países de renda média e baixa.

No Brasil, a urbanização já se manifesta de forma intensa e consolidada. Segundo o Censo Demográfico mais recente, 87,4% da população residia em áreas urbanas em 2022, um dos maiores índices da América Latina (IBGE, 2023). Projeções internacionais também



sugerem continuidade dessa tendência: estimativas do World Bank indicam que a urbanização brasileira poderá superar 90% até meados do século (World Bank, 2021), reforçando a centralidade das cidades no debate sobre desigualdades, desenvolvimento territorial e política climática.

A cidade de São Paulo exemplifica de maneira emblemática esse processo, uma vez que grande parte de seu território é classificada como zona urbana e historicamente submetida a pressões simultâneas por expansão, adensamento e qualificação da infraestrutura (SMUL (PLANURB), 2022).

A intensificação da urbanização sem plena garantia de acesso equitativo a serviços, espaços e oportunidades reforça disparidades socioespaciais, particularmente nas periferias e áreas ambientalmente frágeis. Nesse cenário, o urbanismo e a política climática devem ser compreendidos como agendas interdependentes, sobretudo em metrópoles marcadas por assimetrias territoriais.

A urgência dessa articulação decorre do fato de que os impactos climáticos recaem de forma desproporcional sobre populações de baixa renda, moradores de assentamentos precários ou irregulares, mulheres, especialmente chefes de família, crianças e idosos, pessoas negras e outros grupos racializados, indivíduos com deficiência, migrantes; e populações expostas a riscos ambientais urbanos, como enchentes, deslizamentos e ilhas de calor (IPCC, 2022). Essas vulnerabilidades são produzidas por desigualdades cumulativas de acesso ao solo urbano, infraestrutura, serviços públicos, segurança habitacional e proteção social, fazendo com que a transição climática, se dissociada de políticas habitacionais, redistributivas e de direito à cidade, possa reproduzir ou aprofundar injustiças históricas. Assim, integrar justiça territorial, mitigação e adaptação climática constitui condição estruturante para que metrópoles como São Paulo avancem rumo a uma transição ambientalmente eficaz e socialmente justa.

Segundo estudos recentes (Nobre & Marengo, 2011; Sotto *et al.*, 2019), os principais obstáculos incluem a fragmentação institucional e falta de coordenação intersetorial, a insuficiência de financiamento climático para implementação em larga escala, o déficit de capacitação técnica nos órgãos públicos locais e a ausência de mecanismos de medição e verificação de impacto das políticas.

A partir da Agenda 21 e da Conferência Rio-92, o conceito de cidades sustentáveis consolidou-se como eixo orientador de políticas urbanas voltadas ao desenvolvimento equilibrado. Para a ONU-Habitat (2016), cidades sustentáveis são aquelas capazes de articular

crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental sem ultrapassar limites ecológicos.

Essa perspectiva pressupõe políticas integradas de mobilidade de baixo carbono, eficiência energética, gestão de resíduos, resiliência climática e redução das emissões de gases de efeito estufa. A adoção desses princípios torna-se ainda mais relevante nas cidades brasileiras, que combinam urbanização acelerada, déficit habitacional, informalidade urbana e vulnerabilidade socioambiental. Assim, o avanço em direção a cidades sustentáveis exige não apenas novas infraestruturas, mas também a revisão dos padrões construtivos, o fortalecimento de ferramentas como as Certificações Ambientais e a integração entre políticas urbanas e políticas climáticas. É nesse ponto que o setor de edificações se torna decisivo para a trajetória de descarbonização e, mais recentemente, para a operacionalização de instrumentos econômicos como o mercado de carbono.

### **2.2.1 A relevância do setor imobiliário nas emissões urbanas**

Reconhecendo a relevância do setor de edificações no perfil emissor brasileiro, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) incluiu a construção civil entre os setores prioritários para a formulação de planos setoriais de mitigação, em razão de suas contribuições diretas e indiretas para as emissões de gases de efeito estufa (Brasil, 2009).

Trata-se, contudo, de um desafio de elevada complexidade institucional e operacional, dada a forte pulverização do setor, que reúne mais de 147 mil empresas de diferentes portes, majoritariamente pequenas e médias, e sua dependência de processos produtivos intensivos em energia, água e recursos naturais, além da expressiva geração de resíduos da construção e demolição (IBGE, 2024; ABRELPE, 2023).

Em escala global, o ambiente construído ocupa posição central nas estratégias de mitigação climática por moldar diretamente padrões urbanos de consumo energético, mobilidade, conforto térmico, uso do solo e desigualdades socioambientais.

Considerado ao longo de todo o seu ciclo de vida, o setor responde por parcela significativa da demanda energética e das emissões associadas à energia e aos processos industriais, o que explica sua recorrente centralidade nos relatórios do IPCC e do UNEP como um dos campos de maior potencial de mitigação até meados do século (Ürge-Vorsatz et al., 2020; IPCC, 2022; UNEP, 2024).

A literatura destaca que grande parte desse potencial decorre da existência de medidas de eficiência energética e de melhoria do desempenho ambiental das edificações com custos reduzidos ou mesmo negativos ao longo da vida útil, sobretudo quando incorporadas desde a fase de projeto (IPCC, 2022; IPCC, 2007; Ürges-Vorsatz *et al.*, 2020). Essa característica confere ao setor uma relevância estratégica singular, especialmente em países emergentes como o Brasil, marcados simultaneamente (La Rovere *et al.*, 2016).

A influência do setor manifesta-se ao longo de todo o ciclo de vida das edificações. De um lado, destaca-se o carbono incorporado, associado às emissões provenientes da extração, fabricação e transporte de materiais como cimento e aço, bem como aos processos construtivos e à implantação dos empreendimentos.

Em um contexto de permanente transformação urbana, cada nova edificação carrega uma “dívida de carbono” gerada antes mesmo de sua ocupação, configurando um passivo climático estrutural que compromete o orçamento futuro de emissões compatível com as metas climáticas (McKinsey & Company, 2020).

De outro lado, o carbono operacional, relacionado ao consumo energético ao longo da vida útil dos edifícios, permanece fortemente condicionado por decisões tomadas nas fases iniciais de projeto, como orientação solar, desempenho do envelope construtivo, estratégias de ventilação e isolamento térmico. Essas escolhas exercem influência determinante sobre o desempenho ambiental futuro das edificações, ampliando ou restringindo as possibilidades de mitigação ao longo de décadas (McKINSEY & COMPANY, 2020).

Além dos impactos diretos nas emissões, o setor imobiliário exerce papel decisivo na conformação da estrutura urbana e dos padrões de mobilidade. A localização e o desenho dos empreendimentos podem intensificar emissões associadas ao transporte individual motorizado ou, ao contrário, reduzi-las ao promover usos mistos, adensamento qualificado e maior integração com sistemas de transporte público. Nesse sentido, o ambiente construído atua como elo central entre políticas climáticas, planejamento urbano e justiça socioambiental.

Diante desse quadro, instrumentos de política urbana, como Planos Diretores, assumem papel fundamental na indução de formas mais sustentáveis de ocupação do território. Essa necessidade torna-se ainda mais evidente diante da intensificação recente de eventos climáticos extremos.

As enchentes recorrentes na Região Metropolitana de São Paulo entre 2020 e 2024, os escorregamentos de encostas na Serra do Mar e na Baixada Santista e as ondas de calor extremo que elevaram as temperaturas urbanas a patamares recordes reforçam a urgência de

integrar mitigação e adaptação no planejamento urbano e nas estratégias de descarbonização das edificações (Nobre & Marengo, 2011; CEMADEN, 2024; INMET, 2024).

Assim, a descarbonização do setor de edificações não pode ser tratada como dimensão técnica isolada, mas como componente estrutural da política urbana e climática, cuja efetividade depende da articulação entre instrumentos nacionais de precificação, regulação setorial, planejamento territorial e políticas voltadas à redução das desigualdades socioespaciais.

## **2.2.2 Carbono operacional e materiais intensivos em emissões**

O carbono operacional corresponde às emissões associadas ao uso cotidiano das edificações, abrangendo o consumo de energia para climatização, iluminação, ventilação e aquecimento de água (Röck *et al.*, 2020).

Historicamente, essa dimensão orientou a formulação de normas técnicas e de programas de certificação ambiental, refletindo a centralidade do consumo energético na fase de operação como principal vetor de mitigação no setor.

Esse horizonte de longo prazo assume relevância particular quando se considera que decisões de projeto tomadas na fase de concepção: orientação solar, desempenho da envoltória, sistemas de climatização, permanecem em grande medida irreversíveis a custo razoável ao longo de 50 a 80 anos de vida útil, configurando o que Seto *et al.* (2016) denominam lock-in infraestrutural-tecnológico: ativos físicos de longa duração que cristalizam trajetórias de emissão independentemente de sinais econômicos posteriores.

No contexto internacional, sistemas de certificação como o U.S. Green Building Council LEED e o AQUA-HQE, aplicado no Brasil pela Fundação Vanzolini, priorizam requisitos de desempenho operacional, com ênfase na eficiência energética, na gestão do consumo e na qualidade ambiental interna. No caso do LEED, destacam-se especialmente as categorias Energy and Atmosphere, enquanto o AQUA-HQE adota uma abordagem baseada em níveis de desempenho, incentivando soluções integradas de projeto e operação voltadas à redução das emissões associadas ao uso do edifício (USGBC, s.d.; Fundação Vanzolini, s.d.)

De forma complementar, destaca-se o EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*), sistema de certificação desenvolvido pela *International Finance Corporation*, do Grupo Banco Mundial, voltado a mercados emergentes e baseado em critérios

quantitativos simplificados, que exigem reduções mínimas de 20% no consumo de energia, água e no carbono incorporado aos materiais.

Além desses sistemas, existem outras certificações amplamente utilizadas no cenário internacional, como o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), desenvolvido pelo *Building Research Establishment*, que adota uma abordagem multicritério e de avaliação comparativa do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida das edificações.

A matriz elétrica brasileira apresenta uma particularidade relevante: cerca de 82% de sua composição provém de fontes renováveis, frente a menos de 30% da média global, o que confere ao país uma vantagem comparativa para a redução de emissões operacionais nas edificações (IEA, 2023; EPE, 2021). Essa vantagem, contudo, não elimina vulnerabilidades estruturais.

A dependência da geração hidrelétrica torna o sistema elétrico suscetível a episódios de escassez hídrica, como os observados em 2001, 2014–2015 e 2021, agravados pela intensificação de eventos hidrológicos extremos decorrentes das mudanças climáticas (IPCC, 2022). Nessas ocasiões, o acionamento de termelétricas eleva o fator marginal de emissão e fragiliza a lógica de baixo carbono da própria matriz (ONS, 2022), evidenciando que mitigação e adaptação precisam ser tratadas de forma articulada.

A esse risco hídrico soma-se o crescimento da demanda por climatização. O aquecimento urbano, intensificado pelo efeito de ilha de calor e pela densificação das cidades, expande o uso de condicionadores de ar e a IEA projeta que o número desses equipamentos no Brasil poderá triplicar até 2050, pressionando o sistema elétrico justamente nos períodos de maior estresse hídrico e climático (IEA, 2021; IEA, 2018).

Dessa forma, o argumento central em favor da eficiência energética nas edificações brasileiras não é, no curto prazo, a redução direta de emissões operacionais, cujo impacto por kWh é comparativamente baixo, dado o fator de emissão médio entre 60 e 100 gCO<sub>2</sub>eq/kWh em anos hidrológicos favoráveis (EPE, 2023), ante cinco a dez vezes mais em países com maior participação fóssil.

O argumento prioritário é a resiliência energética sistêmica e a contenção da demanda de ponta. Üрге-Vorsatz et al. (2020) demonstram que, em países com matrizes elétricas de baixo carbono, o valor primário da eficiência energética nas edificações desloca-se progressivamente da mitigação de emissões para a contenção da demanda, leitura diretamente aplicável ao Brasil.

Edificações com envoltória eficiente, sombreamento adequado e ventilação natural não apenas reduzem o consumo individual, mas funcionam como amortecedores da demanda de ponta, fortalecendo a resiliência coletiva do sistema em cenários de variabilidade hidrológica crescente. No médio e longo prazo, à medida que o ar-condicionado se expande no parque edificado e o fator de emissão se eleva em cenários de estresse hídrico, a relevância climática da eficiência energética aumenta adicionalmente, tornando instrumentos como etiquetagem, códigos de desempenho e *retrofit* investimentos de retorno crescente.

Essa urgência é reforçada pela defasagem atual do parque edificado brasileiro. Estudos indicam que as edificações do país consomem entre 30% e 50% mais energia por metro quadrado do que modelos equivalentes em países com regulação consolidada (Triana *et al.*, 2015), e análises de benchmarking comparativo entre edificações residenciais etiquetadas pelo PBE Edifica e edifícios europeus de referência confirmam que o potencial de redução por medidas de baixo custo: isolamento térmico, sombreamento e ventilação natural, permanece amplamente subutilizado no país (ELETROBRAS; PROCEL, 2021).

Diante da combinação entre aquecimento urbano, eventos hidrológicos extremos e crescimento da demanda por climatização, torna-se ainda mais urgente avançar em instrumentos como etiquetagem obrigatória, códigos de desempenho, retrofit profundo e integração com geração distribuída, que simultaneamente reduzem emissões operacionais e aumentam a resiliência energética das cidades.

### **2.2.3 Carbono incorporado e materiais intensivos em emissões**

O carbono incorporado corresponde às emissões de gases de efeito estufa associadas às etapas não operacionais do ciclo de vida das edificações, abrangendo a extração de matérias-primas, fabricação de materiais, transporte, construção, manutenção, substituição de componentes, demolição e destinação final.

Essa dimensão tem ganhado centralidade na agenda climática do ambiente construído porque, à medida que as emissões operacionais diminuem com a eficiência energética e a descarbonização da matriz elétrica, cresce a participação relativa das emissões associadas aos materiais e processos construtivos.

Em estudo global baseado na sistematização de mais de 650 avaliações de ciclo de vida, Röck *et al.* (2020) demonstram que o carbono incorporado representa, em média, cerca de 20% a 25% das emissões do ciclo de vida de edifícios convencionais, podendo alcançar

aproximadamente 45% a 50% em edifícios de alto desempenho energético e ultrapassar 90% em casos extremos de edificações com emissões operacionais muito reduzidas.

No Brasil, essa discussão assume relevância particular em razão da forte dependência da construção civil em relação a materiais intensivos em carbono, como cimento, aço e cerâmica. Embora a matriz elétrica brasileira seja comparativamente menos emissora do que a de muitos países, o peso dos materiais no ciclo de vida das edificações tende a se tornar mais expressivo justamente pela redução relativa das emissões operacionais.

Estudos nacionais de ACV em edificações residenciais multifamiliares convencionais indicam que a fase de materiais, com destaque para cimento, aço e cerâmica, responde por parcela significativa das emissões incorporadas. Em edificações de alto desempenho energético, Röck et al. (2020) demonstram que essa proporção pode atingir 45–50% ou mais do total do ciclo de vida, tendência que se intensifica no contexto brasileiro dado o baixo fator de emissão da matriz elétrica, que reduz o peso relativo das emissões operacionais.

Essa trajetória tem implicações diretas para o desenho do SBCE. Um mercado de carbono que incida apenas sobre grandes emissores industriais poderá afetar a construção civil por meio do encarecimento de insumos como cimento, aço, alumínio, vidro e cerâmica, mas dificilmente será suficiente para induzir, sozinho, a redução do carbono incorporado ao longo da cadeia produtiva.

No caso paulistano, onde a verticalização intensa e a elevada taxa de renovação do estoque imobiliário geram demanda contínua por novos empreendimentos, cada edifício construído representa a incorporação imediata de um passivo de emissões que os efeitos indiretos e graduais do SBCE dificilmente absorverão sem apoio de regulação técnica específica.

Por isso, a efetividade do sistema no ambiente construído dependerá de sua articulação com instrumentos complementares: normas técnicas de desempenho ambiental, compras públicas de baixo carbono, exigência de declarações ambientais de produto, critérios de projeto baseados em ciclo de vida e incentivos ao uso de materiais menos intensivos em carbono.

Entre os materiais mais relevantes, o cimento ocupa posição central. A literatura internacional estima que sua produção responda por aproximadamente 7% a 8% das emissões globais de CO<sub>2</sub>, em razão tanto da queima de combustíveis nos fornos quanto das emissões de processo associadas à calcinação do clínquer (GCCA, 2023). No Brasil, o consumo de cimento permanece elevado, com cerca de 62 milhões de toneladas comercializadas em 2023,

o que evidencia a importância do setor para qualquer estratégia de descarbonização da construção civil.

A produção de aço é outro grande contribuinte para o carbono incorporado, caracterizada por ser intensiva em energia e pelo uso de carvão mineral como agente redutor, o que resulta em emissões substanciais de CO<sub>2</sub>. No Brasil, a produção de aço bruto atingiu 34 milhões de toneladas em 2022 (Instituto Aço Brasil, 2023). Embora a indústria brasileira utilize uma parcela de carvão vegetal, as emissões associadas à produção de aço ainda são consideráveis e exigem atenção para a descarbonização da cadeia da construção.

Além da etapa de produção de materiais, o fim de vida das edificações e a gestão dos resíduos da construção civil compõem dimensão relevante do carbono incorporado. A geração de resíduos de construção e demolição no Brasil é expressiva, e sua destinação ainda enfrenta limitações relacionadas à triagem, logística reversa, reciclagem e reinserção de agregados reciclados no mercado. Embora a Resolução CONAMA nº 307/2002 tenha estabelecido diretrizes para a gestão, reutilização e reciclagem desses resíduos, a implementação permanece desigual entre municípios e regiões.

A baixa valorização econômica dos resíduos, a disposição irregular, o transporte de entulho e a limitada rastreabilidade dos fluxos materiais reduzem o potencial de mitigação associado à economia circular no setor. Dessa forma, o carbono incorporado é apontado como elemento estruturante para a descarbonização das edificações no Brasil.

Sua redução exige uma abordagem integrada, capaz de combinar precificação de carbono, regulação técnica, inovação em materiais, planejamento urbano, gestão de resíduos e instrumentos de financiamento verde. No caso do SBCE, isso significa reconhecer que seus efeitos indiretos sobre os preços dos insumos podem ser relevantes, mas precisam ser acompanhados de políticas específicas para orientar escolhas projetuais, estimular cadeias produtivas de baixo carbono e evitar que os custos da transição sejam simplesmente repassados ao preço final da habitação e da infraestrutura urbana.

#### **2.2.4 Avaliação do ciclo de vida como instrumento estratégico**

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), prevista nas normas ISO 14040 e ISO 14044, constitui metodologia essencial para quantificar impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de produtos, materiais e sistemas construtivos. No setor de edificações, a ACV permite identificar pontos críticos de emissões, comparar alternativas de materiais e orientar decisões



de projeto, construção, retrofit e fim de vida com base em evidências (ABNT, 2025; ABNT, 2025).

No Brasil, sua adoção ainda permanece limitada pela baixa disponibilidade de inventários nacionais de ciclo de vida (ICV) e pela escassez de Declarações Ambientais de Produto (DAPs/EPDs) certificadas para materiais de construção. Estudos sobre a aplicação da ACV no país apontam que a dependência de bases estrangeiras pode comprometer a representatividade dos resultados, uma vez que essas bases nem sempre refletem a matriz energética, os processos produtivos, as tecnologias construtivas e as condições climáticas brasileiras (IBICT, 2023).

Essa lacuna metodológica é particularmente relevante para o SBCE, pois a eventual regulação do carbono incorporado nas edificações dependerá de dados nacionais consistentes, comparáveis e verificáveis para fundamentar metas, critérios técnicos e instrumentos de monitoramento.

Contudo, iniciativas recentes indicam um movimento inicial de construção de infraestrutura informacional para avaliação do desempenho ambiental de produtos nacionais. O Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção (SIDAC), desenvolvido sob coordenação do Ministério de Minas e Energia, disponibiliza indicadores de energia primária e emissões de CO<sub>2</sub> de materiais de construção fabricados no Brasil, com base em abordagem simplificada de ACV e dados nacionais (BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME), 2022; CBCS, s.d.).

De forma complementar, o SICV Brasil, mantido pelo IBICT, contribui para ampliar a base nacional de inventários de ciclo de vida de produtos brasileiros, reduzindo a dependência de bases internacionais e fortalecendo a aplicação da ACV em políticas públicas, estudos técnicos e processos decisórios no setor produtivo (IBICT, 2023).

Em paralelo, a difusão de DAPs/EPDs, estruturadas segundo a ABNT NBR ISO 14025, pode contribuir para qualificar a especificação de materiais, as compras públicas, os critérios de licenciamento e os incentivos urbanísticos. Por comunicarem informações ambientais quantificadas e verificadas com base em ACV, as DAPs/EPDs aumentam a transparência das cadeias produtivas e permitem comparações mais consistentes entre materiais de construção com funções equivalentes (ABNT, 2015).

Para São Paulo, a incorporação gradual desses instrumentos em políticas urbanas, obras públicas e grandes empreendimentos permitiria transformar a ACV de ferramenta predominantemente diagnóstica em instrumento regulatório e indutor da descarbonização do

ambiente construído. Assim, a integração entre ACV, planejamento urbano, normas técnicas, financiamento verde e precificação de carbono emerge como eixo estruturante para orientar a transição do setor de edificações rumo a padrões urbanos mais eficientes, resilientes e alinhados à neutralidade climática.

### 3 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS EM DESCARBONIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

A análise de experiências internacionais permite compreender de que modo instrumentos de precificação de carbono, normas técnicas, mecanismos de financiamento e políticas urbanas podem atuar de forma articulada na descarbonização do ambiente construído. Neste capítulo, União Europeia, Califórnia, Chile e Colômbia são examinados não como modelos a serem replicados diretamente, mas como arranjos institucionais que revelam diferentes graus de maturidade regulatória, formas de integração entre política climática e edificações, e limites de transferibilidade para o contexto brasileiro.

A seleção dos casos responde a dois critérios principais. O primeiro é o grau de consolidação dos instrumentos de precificação de carbono: a União Europeia e a Califórnia representam sistemas regulados maduros, baseados em comércio de emissões, com estruturas robustas de monitoramento, relato e verificação.

O segundo é a proximidade institucional e socioeconômica com o Brasil: Chile e Colômbia foram incluídos por configurarem experiências latino-americanas de precificação ainda em consolidação, baseadas principalmente em impostos sobre carbono e mecanismos de compensação.

Esses quatro casos operam, contudo, em escalas de governança distintas. A União Europeia representa um arranjo supranacional, no qual a regulação climática é produzida por um bloco de Estados soberanos e posteriormente internalizada nas legislações nacionais dos membros. A Califórnia constitui um caso de governança subnacional em contexto federal, no qual um Estado federado exerce competências regulatórias mais rigorosas do que o governo central.

Chile e Colômbia configuram experiências de governança nacional com componentes de descentralização territorial, de forma similar ao Brasil. Essa diversidade de escalas não compromete a comparação: como detalhado na metodologia, os casos internacionais não são tomados como unidades equivalentes ao município de São Paulo, mas como fontes de mecanismos de política transferíveis. Cada instrumento é analisado na escala em que foi efetivamente implementado; a passagem ao nível municipal ocorre apenas no caso brasileiro, por meio do estudo de caso de São Paulo.

A análise internacional contribui, portanto, para identificar quais instrumentos complementares são necessários para que a precificação de carbono produza efeitos efetivos

sobre o carbono operacional e incorporado das edificações, e em que condições esses mecanismos podem ser traduzidos para a regulação urbanística no contexto brasileiro

A Figura 3, baseada no mapeamento do Banco Mundial, ilustra a disseminação global desses instrumentos em 2024, distinguindo jurisdições que adotam ETS, impostos sobre carbono ou combinações entre ambos. Na maior parte dos casos, prevalecem o ETS isolado ou combinado com taxação, como na União Europeia, na Califórnia e no Canadá. Na América do Sul, Chile, Argentina e Colômbia optaram por sistemas de taxação, enquanto o Brasil figura como país com sistema em desenvolvimento.

Embora a precificação de carbono já constituísse uma dimensão relevante da governança climática internacional naquele ano, sua efetividade permanecia condicionada à cobertura setorial, ao nível de preço, à qualidade institucional e à articulação com políticas complementares (World Bank, 2024).

Figura 3 — Países com ETS e Taxação de Carbono



Fonte: WORLD BANK (2024, p. 21).

A análise a seguir está organizada em torno dessas quatro experiências. Em cada caso, privilegia-se a relação entre as estratégias de longo prazo adotadas, seus instrumentos financeiros e técnico-regulatórios, e as lições aplicáveis ao SBCE.

3.1 UNIÃO EUROPEIA

A União Europeia constitui a experiência internacional mais abrangente de articulação entre mercado regulado de carbono, política energética, regulação técnica das edificações, financiamento verde e governança climática multinível.

Sua relevância para esta dissertação decorre menos da possibilidade de replicação direta no Brasil e mais da demonstração da evidência de que os efeitos sobre o ambiente construído dependem da integração entre sinal econômico, normas de desempenho, dados de ciclo de vida, instrumentos de financiamento e salvaguardas sociais (JORDAN *et al.*, 2018; Ürge-Vorsatz *et al.*, 2020).

A estratégia de descarbonização na União Europeia é ancorada em uma arquitetura política robusta e hierarquicamente articulada, cujo pilar fundamental é o *European Green Deal* (Pacto Ecológico Europeu), lançado em 2019. Esta iniciativa representa a estratégia central da política climática europeia, estabelecendo o objetivo juridicamente vinculante de alcançar a neutralidade climática até 2050 (European Commission, 2019).

O *Green Deal* adota uma abordagem integrada, promovendo a articulação entre políticas de clima, energia, habitação, finanças e planejamento urbano, reconhecendo a interdependência desses setores para a transição climática. Para operacionalizar essa estratégia, a Comissão Europeia introduziu, em 2021, o pacote legislativo *Fit for 55*, que estabelece a meta de redução de pelo menos 55% das emissões líquidas de gases de efeito estufa até 2030, implicando revisões estruturais em diretivas e regulamentos climáticos e energéticos (European Commission, 2021).

Complementarmente, a *Renovation Wave Strategy*, lançada em 2020, constitui instrumento setorial voltado à renovação do estoque edificado existente, com o objetivo de duplicar a taxa anual de retrofit até 2030. A estratégia prioriza edifícios públicos, habitação social e edificações de baixa eficiência energética, articulando mitigação, adaptação e justiça social no contexto da transição climática (EUROPEAN COMMISSION, 2020).

O eixo econômico do arranjo europeu é o *EU Emissions Trading System* (EU ETS), criado em 2005 como o primeiro e maior sistema de comércio de emissões do mundo. Em sua arquitetura original, nas Fases I (2005–2007) e II (2008–2012), o sistema cobria geração de eletricidade e calor e indústrias de alta intensidade energética, mas foi marcado por superalocação de permissões, distribuição majoritariamente gratuita e preços de carbono insuficientes para gerar o sinal econômico necessário à descarbonização (European Commission, 2005; Ellerman *et al.*, 2010).

A Fase III (2013–2020) introduziu reformas estruturais: ampliação do uso de leilões, harmonização das regras entre Estados-membros e criação da *Market Stability Reserve* (MSR), mecanismo automático de retirada de permissões excedentes para estabilizar o mercado, formalmente estabelecida pela Decisão (UE) 2015/1814 e em operação a partir de 2019 (European Commission, 2023; União Europeia, 10/05/2023).

A Fase IV (2021–2030) aprofundou essa trajetória com redução mais acelerada do teto de emissões. No contexto da revisão promovida pelo pacote Fit for 55, a Diretiva (UE) 2023/959 ampliou o escopo do sistema para incluir o transporte marítimo intraeuropeu, com vigência a partir de janeiro de 2024.

Atualmente, o EU ETS cobre aproximadamente 40% das emissões totais de gases de efeito estufa da União Europeia e, até 2023, contribuiu para uma redução de cerca de 47% das emissões nos setores regulados em relação aos níveis de 2005 (European Commission, 2023).

Historicamente, o setor de edificações não foi incluído no escopo direto do EU ETS, sendo afetado apenas por canais indiretos, sobretudo via repasse de custos ao longo das cadeias de insumos da construção civil. Esse limite estrutural foi reconhecido pela Comissão Europeia ao criar, por meio da Diretiva (UE) 2023/959, o ETS-2: um sistema paralelo e separado, voltado especificamente a setores difusos como edificações, transporte rodoviário e demais instalações industriais de pequeno porte não previamente cobertas pelo EU ETS.

Originalmente previsto para entrar em operação em 2027, o ETS-2 foi formalmente adiado para 2028 por decisão do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia em março de 2026, com plena vigência das obrigações de entrega de licenças a partir de 2029, referentes ao ano de reporte 2028 (European Commission, 2023; ICAP, IETA, 2021).

O ETS-2 constitui a analogia internacional mais direta ao problema central desta dissertação. Seu mecanismo é de regulação *upstream*: os obrigados a monitorar emissões, adquirir permissões em leilão e cumprir metas não são os edifícios nem seus ocupantes, mas os fornecedores de combustíveis fósseis: gás, óleo de aquecimento, que abastecem esses setores. O custo do carbono é então repassado ao mercado por meio de preços mais elevados de energia, produzindo um sinal econômico difuso que pressiona, indiretamente, decisões de retrofit, escolha de sistemas de aquecimento e eficiência energética.

Esse desenho reflete a impossibilidade administrativa de regular diretamente milhões de agentes dispersos e é analiticamente relevante para o SBCE, pois indica que a precificação de carbono sobre edificações tende a operar por intermediários econômicos, e não pela inclusão direta dos edifícios no sistema regulado. O teto de emissões do ETS-2 é projetado

para reduzir as emissões dos setores cobertos em 42% até 2030 em relação aos níveis de 2005 (Jüngling *et al.*, 2025).

A criação do *Social Climate Fund* (SCF) como contrapeso redistributivo ao ETS-2 é igualmente instrutiva. O fundo, dotado de até €86,7 bilhões para o período 2026–2032, parte do reconhecimento de que a precificação de carbono em setores residenciais tem efeitos regressivos estruturais: famílias de menor renda comprometem proporção maior da renda com energia, sendo desproporcionalmente afetadas pelo aumento de custos (Jüngling *et al.*, 2025; União Europeia, 2023).

Para mitigar esses efeitos, o SCF financia renovações profundas de edificações, substituição de sistemas de aquecimento, instalação de fontes renováveis e apoio temporário à renda, por meio de Planos para o Clima Social nacionais com metas verificáveis, incorporando uma lógica de prestação de contas e redistribuição de receitas ausente no desenho atual do SBCE.

No campo regulatório, a *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD) constitui o principal instrumento europeu de indução direta sobre o desempenho das edificações. A versão revisada, aprovada em 2024, estabelece a transição para edifícios de zero emissões, planos nacionais de renovação e requisitos progressivos de desempenho energético (União Europeia, 2024).

Um dos avanços mais relevantes dessa revisão é a incorporação do carbono de ciclo de vida: a diretiva exige que o potencial de aquecimento global ao longo do ciclo de vida seja calculado e divulgado para novos edifícios com área superior a 1.000 m<sup>2</sup> a partir de 2028 e para todos os novos edifícios a partir de 2030. Essa exigência representa uma mudança estrutural na governança climática das edificações, ao deslocar o foco exclusivo do consumo operacional para uma abordagem que incorpora as emissões associadas a materiais e sistemas construtivos (Röck *et al.*, 2020), dimensão especialmente relevante para o contexto brasileiro, onde o tratamento do carbono incorporado permanece ausente dos instrumentos regulatórios vigentes.

Instrumentos complementares, como o Level(s) Framework e a Taxonomia Europeia para Atividades Sustentáveis, contribuem para padronizar métricas ambientais, orientar investimentos e reduzir assimetrias de informação no mercado imobiliário (UNIÃO EUROPEIA, 2026; UNIÃO EUROPEIA, 2020). Embora não substituam normas obrigatórias, condicionam fluxos financeiros e critérios de crédito a parâmetros ambientais verificáveis, ampliando o alcance regulatório sem depender exclusivamente de comando e controle.

O caso europeu demonstra, portanto, que a descarbonização das edificações exige um arranjo institucional integrado e mutuamente reforçado: o EU ETS e o ETS-2 fornecem o sinal econômico do carbono em diferentes camadas da cadeia produtiva; a EPBD traduz metas climáticas em requisitos técnicos obrigatórios; o *Social Climate Fund* mitiga os efeitos distributivos da precificação; e instrumentos como o Level(s) e a Taxonomia orientam decisões de investimento com base em métricas verificáveis. Nenhum desses instrumentos opera de forma isolada e é precisamente essa coerência sistêmica que explica os resultados mais consistentes observados no contexto europeu.

A principal implicação para o SBCE é direta: a precificação de carbono tende a produzir efeitos limitados sobre o setor de edificações quando não articulada a normas técnicas, bases de dados de ciclo de vida, instrumentos financeiros e políticas sociais. Em setores caracterizados por emissões difusas, a efetividade da precificação depende menos de seu desenho isolado e mais de sua inserção em um *policy mix* coerente e institucionalmente robusto (HOWLETT, 2011; JORDAN *et al.*, 2018), conclusão que estrutura a análise comparativa desenvolvida nas seções seguintes desta dissertação. O Quadro 3 abaixo resume e explicita os instrumentos previstos.

Quadro 3 — Iniciativas e Instrumentos da UE para descarbonização de Edificações

| Categoria                   | Instrumento                                        | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégicos de longo prazo | Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal) 2019 | Estratégia-mãe da política climática europeia, que estabelece o objetivo juridicamente vinculante de neutralidade climática até 2050 e orienta a integração entre clima, energia, habitação, finanças e políticas urbanas.             |
|                             | Fit for 55 Package 2021                            | Pacote legislativo que operacionaliza a meta intermediária de redução de pelo menos 55% das emissões até 2030, promovendo revisões estruturais da legislação climática e energética com impactos diretos sobre o setor de edificações. |



| <b>Categoria</b>             | <b>Instrumento</b>                                                                         | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | Renovation Wave Strategy 2020                                                              | Estratégia voltada à renovação do parque edificado existente, com foco em edifícios públicos, sociais e de baixa eficiência energética, visando duplicar a taxa anual de renovação até 2030 e integrar mitigação, adaptação e justiça social. |
| Econômicos e de precificação | EU Emissions Trading System (EU ETS) 2005 (criação) / 2013 (reforma estrutural – Fase III) | Mercado regulado de carbono criado em 2005, baseado em cap and trade, cobrindo setores responsáveis por aproximadamente 40% das emissões da UE (Comissão Europeia).                                                                           |
|                              | EU ETS II – Buildings and Road Transport 2023 (adoção) / 2028 (início de vigência)         | Sistema voltado a combustíveis utilizados em edificações e transporte rodoviário, com incidência indireta sobre usuários finais.                                                                                                              |
|                              | Market Stability Reserve (MSR) Decisão (UE) 2015/1814 / Operacional desde 2019             | Mecanismo automático de retirada de permissões excedentes para estabilizar o mercado de carbono, formalmente estabelecido pela Decisão (UE) 2015/1814 e em operação a partir de 2019                                                          |
|                              | Diretiva (UE) 2023/959 2023                                                                | Diretiva que amplia o escopo do EU ETS para incluir o transporte marítimo intraeuropeu (vigência janeiro de 2024) e cria o ETS-2 como sistema paralelo voltado a setores difusos.                                                             |
| Técnico-regulatórios         | Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2002 (origem) 2010, 2018, 2023            | Diretiva de desempenho energético das edificações, com exigências progressivas para edifícios de zero emissões e cálculo do GWP de ciclo de vida em novos edifícios                                                                           |

| <b>Categoria</b> | <b>Instrumento</b>                                                                             | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                       |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | (revisões)                                                                                     | (Comissão Europeia).                                                                                                                                                             |
|                  | Energy Performance Certificates (EPCs) 2010 (obrigatoriedade ampliada) / 2018, 2023 (reforços) | Certificados de desempenho energético que reduzem assimetrias de informação no mercado imobiliário e passam a incorporar informações de ciclo de vida.                           |
|                  | Level(s) Framework 2017 (lançamento) / 2026 (revisado)                                         | Estrutura comum para avaliação do desempenho ambiental das edificações ao longo do ciclo de vida.                                                                                |
| Financiamento    | EU Taxonomy for Sustainable Activities (Regulation EU 2020/852) 2020                           | Sistema classificatório que orienta investimentos sustentáveis, incluindo critérios aplicáveis a construção, retrofit e desempenho de edificações.                               |
|                  | Social Climate Fund 2023 (adoção) / 2026–2032 (vigência)                                       | Fundo de até €86,7 bilhões para apoiar grupos vulneráveis afetados pela transição e financiar eficiência energética, renovação de edifícios e energia limpa (Comissão Europeia). |

Fonte: A autora, com base em Comissão Europeia (2019; 2020; 2021; 2023), União Europeia (2020; 2023) e European Investment Bank (2022; 2023).

Conforme sistematizado no Quadro 3, esse arranjo integra iniciativas estratégicas de longo prazo, instrumentos regulatórios, mecanismos de precificação, programas de financiamento e sistemas de certificação e rotulagem, que, em conjunto, permitem abordar de maneira articulada tanto o carbono operacional quanto o carbono incorporado, bem como os desafios de mitigação e adaptação climática das edificações.

A codificação do material documental relativo à União Europeia, conforme o protocolo descrito na Metodologia, está sistematizada no Apêndice B, para todos os casos estudados.

### 3.2 ESTADO DA CALIFÓRNIA (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA)

A experiência da Califórnia combina metas climáticas de longo prazo, precificação de carbono, códigos obrigatórios de construção, compras públicas de baixo carbono, estratégias setoriais para materiais intensivos em emissões, mecanismos de financiamento e instrumentos de transparência energética.

Esse caso destaca a importância das políticas subnacionais em contextos federativos, nos quais estados e cidades podem assumir papel decisivo na implementação de metas climáticas e na transformação de padrões urbanos e construtivos (Ostrom, 2010).

O marco inicial da política climática californiana foi a *Assembly Bill 32* (AB 32), de 2006, conhecida como *California Global Warming Solutions Act*, que estabeleceu a meta de reduzir as emissões estaduais de gases de efeito estufa aos níveis de 1990 até 2020 e atribuiu ao *California Air Resources Board* (CARB) a responsabilidade de elaborar o *Scoping Plan* (Plano de Implementação Climática) e adotar medidas regulatórias, inclusive mecanismos de mercado, para atingir esse objetivo (CALIFORNIA, 2006).

A *Senate Bill 32* (SB 32), de 2016, ampliou essa ambição ao estabelecer a meta de redução de 40% abaixo dos níveis de 1990 até 2030 (Califórnia, 2016), enquanto a *Assembly Bill 1279* (Califórnia, 2022), denominada *California Climate Crisis Act*, fixou a política estadual de alcançar a neutralidade de carbono até 2045 e reduzir as emissões antropogênicas em pelo menos 85% abaixo dos níveis de 1990 no mesmo horizonte temporal. Esses instrumentos conferem estabilidade normativa à política climática estadual e estruturam a atuação do CARB, dos códigos de construção, dos programas de financiamento e das estratégias setoriais de descarbonização.

Para operacionalizar essas metas, o CARB aprovou, em dezembro de 2022, o *2022 Scoping Plan for Achieving Carbon Neutrality*, que traça o roteiro setorial para alcançar a neutralidade climática até 2045, com uma trajetória de redução de 48% das emissões abaixo dos níveis de 1990 até 2030, superando o mandato estatutário de 40% estabelecido pela SB 32 (CARB, 2022).

No campo da precificação, o *California Cap-and-Trade Program*, atualmente também referido em documentos estaduais como *Cap-and-Invest* (Sistema de Teto e Investimento), entrou em operação em 2013 como mercado regulado de carbono. O programa cobre aproximadamente 80% das emissões estaduais de gases de efeito estufa, estabelece um teto decrescente de emissões e exige que entidades reguladas detenham permissões correspondentes às suas emissões (CARB, 2025; CARB, s.d.) .

Desde 2014, o sistema é vinculado ao mercado de Québec, ampliando a liquidez e reforçando sua dimensão de cooperação subnacional. No entanto, a literatura indica que sua efetividade não deve ser interpretada de forma isolada, pois os resultados setoriais dependem da interação entre o mercado de carbono, padrões de energia renovável, políticas de eficiência energética, regulação industrial e instrumentos de investimento público (Baranzini *et al.*, 2017).

A relevância do modelo californiano decorre, em grande medida, da forma como as receitas do mercado de carbono são reinvestidas. Os recursos provenientes dos leilões de permissões são depositados no *Greenhouse Gas Reduction Fund* -GGRF (Fundo de Redução de Gases de Efeito Estufa), que financia programas estaduais de mitigação, adaptação, saúde pública, infraestrutura e justiça climática por meio da carteira *California Climate Investments* (*Investimentos Clima California*) (CARB, 2024).

Essa estrutura busca assegurar transparência, prestação de contas e direcionamento de benefícios a comunidades vulneráveis, comunidades de baixa renda e domicílios de baixa renda, sendo exigido que pelo menos 35% dos investimentos beneficiem essas populações prioritárias.

A destinação redistributiva das receitas dialoga com a literatura que identifica o uso dos recursos da precificação como elemento essencial para ampliar a legitimidade social das políticas climáticas e reduzir efeitos regressivos da transição (Baranzini *et al.*, 2017). Para o SBCE, esse desenho é particularmente relevante porque demonstra que as receitas de um mercado regulado podem financiar retrofit, habitação eficiente, infraestrutura verde, transporte limpo e adaptação urbana.

No setor de edificações, a Califórnia articula a precificação de carbono a instrumentos normativos obrigatórios. O *Title 24*, especialmente as *Building Energy Efficiency Standards* (Padrões de Eficiência Energética para Edificações), estabelece padrões de eficiência energética para edificações novas, reformas e ampliações, incidindo diretamente sobre o consumo operacional de energia no ambiente construído (California, 2023).

A literatura sobre códigos energéticos mostra que padrões mínimos obrigatórios são relevantes para superar falhas de mercado, assimetrias de informação e barreiras comportamentais que limitam investimentos voluntários em eficiência energética. No caso californiano, esses padrões traduzem metas climáticas abstratas em requisitos técnicos aplicáveis ao projeto, à construção e à operação das edificações.

O CALGreen, *California Green Building Standards Code* (Código de Construção Sustentável da Califórnia), complementa essa estrutura ao estabelecer padrões obrigatórios de construção verde no âmbito do *Title 24*. O código é reconhecido pelo próprio Estado como o primeiro código estadual obrigatório de construção verde nos Estados Unidos e foi desenvolvido em articulação com os objetivos climáticos da AB 32 (CALIFORNIA, 2006).

A partir do ciclo normativo de 2022, com vigência efetiva em 1º de julho de 2024, o CALGreen passou a incluir medidas obrigatórias de redução de carbono incorporado para determinados edifícios não residenciais, com caminhos de conformidade baseados em reuso de edifícios, avaliação de ciclo de vida da edificação completa e limites de potencial de aquecimento global de produtos (California Building Standards Commission, 2024; California, 2023).

Essa inovação dialoga diretamente com a literatura sobre carbono incorporado, que aponta a necessidade de ampliar a regulação para além do consumo operacional de energia, incorporando emissões associadas à produção, transporte, construção, manutenção e fim de vida dos materiais (Röck *et al.*, 2020). Para esta dissertação, o CALGreen é relevante porque demonstra como a regulação técnica pode enfrentar emissões incorporadas que dificilmente seriam reduzidas apenas pelo sinal de preço do carbono.

A *Buy Clean California Act* (Lei de Compras Públicas Limpas da Califórnia) reforça essa agenda ao utilizar o poder de compra pública para induzir transparência ambiental e redução de emissões em materiais intensivos em carbono. A política exige Declarações Ambientais de Produto específicas por instalação, verificadas conforme a ISO 14025, e estabelece limites máximos de potencial de aquecimento global para materiais elegíveis, incluindo aço estrutural, aço de reforço para concreto, vidro plano e isolamento (California, 2018).

Os limites são estabelecidos pelo *Department of General Services* em consulta com o CARB, e materiais acima dos valores máximos aplicáveis não podem ser utilizados em obras públicas elegíveis. Para São Paulo, essa experiência sugere que obras públicas, infraestrutura urbana e grandes empreendimentos podem funcionar como mercados iniciais para materiais de menor carbono incorporado.

A estratégia setorial para o cimento amplia esse enfoque sobre materiais. A *Senate Bill 596* (Lei do Senado), de 2021, determinou que o CARB desenvolvesse uma estratégia abrangente para reduzir as emissões associadas ao cimento usado na Califórnia a net zero até, no máximo, 31 de dezembro de 2045 (California, 2021). A estratégia deve enfrentar barreiras

tecnológicas, regulatórias e de mercado, estabelecer metas intermediárias e avaliar medidas para reduzir os custos de implementação de tecnologias de mitigação no setor cimenteiro.

A importância desse instrumento decorre do papel central do cimento nas emissões incorporadas das edificações e da infraestrutura urbana, tema amplamente reconhecido pela literatura de ACV e carbono incorporado (Röck *et al.*, 2020). Nesse sentido, a SB 596 evidencia que a descarbonização do ambiente construído exige estratégias industriais específicas para materiais críticos, e não apenas políticas genéricas de eficiência energética.

Além dos instrumentos regulatórios, a Califórnia desenvolveu mecanismos financeiros voltados à redução de barreiras de investimento em eficiência energética e energia renovável nas edificações. O *Commercial Property Assessed Clean Energy* (C-PACE), Financiamento de Energia Limpa Vinculado ao Imóvel Comercial, permite financiar melhorias de eficiência energética, energia renovável, conservação de água e outros investimentos vinculados ao imóvel, com pagamento por meio de obrigação associada ao tributo ou encargo predial.

Na Califórnia, o financiamento C-PACE foi inicialmente autorizado pela AB 811, de 2008, que permitiu a governos locais celebrar avaliações contratuais voluntárias com proprietários para financiar melhorias permanentes de eficiência energética e energia renovável (Califórnia, 2008).

Esse mecanismo dialoga com a literatura sobre retrofit e eficiência energética, que identifica o alto custo inicial, o longo prazo de retorno e a separação entre proprietários e usuários como barreiras recorrentes à modernização do estoque construído (Braungardt *et al.*, 2021). Para o contexto paulistano, instrumentos semelhantes poderiam apoiar retrofit energético, eletrificação de sistemas prediais, geração distribuída e melhorias em edifícios comerciais e multifamiliares.

A política californiana também incorpora instrumentos de normatização. O *Building Energy Benchmarking Program* (Programa de Benchmarking Energético de Edificações), instituído pela AB 802 de 2015 e implementado com início de reporte obrigatório para edifícios comerciais a partir de junho de 2018, obriga proprietários de grandes edifícios com área superior a 4.645 m<sup>2</sup> (50.000 pés quadrados) a reportar anualmente o consumo energético por meio de plataforma padronizada, permitindo comparar desempenho, identificar ineficiências e ampliar a transparência de mercado (Califórnia, 2015; California Energy Commission (CEC), s.d.).

O *Home Energy Rating System* (HERS) ou Sistema de Classificação Energética Residencial, administrado pela California Energy Commission, funciona como sistema oficial

de verificação, classificação e registro de informações de desempenho energético residencial, apoiando a conformidade com o Title 24 e a comparação de eficiência entre unidades (California Energy Commission, s.d.).

Esses instrumentos reduzem assimetrias de informação e tornam o desempenho energético mais visível para proprietários, consumidores, reguladores e agentes financeiros, aspecto considerado central pela literatura sobre políticas de eficiência energética em edificações (Braungardt *et al.*, 2021).

A principal contribuição da experiência californiana para o SBCE, conforme resumo no Quadro 4, é demonstrar que a precificação de carbono ganha efetividade quando articulada a uma arquitetura institucional mais ampla. O mercado regulado cria o sinal econômico; o GGRF e o *California Climate Investments* transformam receitas em capacidade de investimento; o Title 24 e o CALGreen convertem metas em requisitos técnicos; a Buy Clean California Act e a SB 596 atacam emissões incorporadas em materiais estratégicos; e os programas de benchmarking, HERS e C-PACE ampliam informação, conformidade e financiamento.

Quadro 4 — Iniciativas e Instrumentos da Califórnia para descarbonização de Edificações

| <b>Categoria</b>           | <b>Instrumento</b>                               | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégico de longo prazo | <i>Global Warming Solutions Act</i> (AB 32) 2006 | Marco legal estruturante. Concede ao CARB autoridade para limitar emissões de GEE e implementar o sistema de cap-and-trade.                                                                             |
|                            | <i>Senate Bill 32</i> (SB 32) 2016               | Atualiza metas legais de mitigação (redução de emissões em relação a 1990) e reforça o horizonte de longo prazo.                                                                                        |
|                            | <i>Assembly Bill 1279</i> (AB 1279) 2022         | Consolida juridicamente a meta de neutralidade de carbono até 2045, reforçando mecanismos de planejamento, responsabilização institucional e integração entre mitigação, adaptação e justiça climática. |

| Categoria                    | Instrumento                                                                                                                     | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | <i>California Climate Scoping Plan 2022</i>                                                                                     | Plano estratégico do CARB que operacionaliza as metas legais, integrando cap-and-trade, padrões setoriais e políticas para energia, transportes, indústria e edificações.                                                                                         |
| Econômicos e de precificação | <i>California Cap-and-Trade Program (Cap-and-Invest) 2013</i>                                                                   | Mercado regulado de carbono com teto decrescente e leilões. Cobre cerca de 80–85% das emissões estaduais, incluindo distribuidores de combustíveis para transportes e edificações (internaliza custo do carbono no consumo urbano de energia).                    |
|                              | <i>Western Climate Initiative (WCI) – linkage com Quebec 2014</i>                                                               | Integração ao mercado de Quebec, com regras harmonizadas e leilões conjuntos, ampliando liquidez e previsibilidade do sinal de preço.                                                                                                                             |
| Técnico-regulatórios         | <i>Title 24 – Building Energy Efficiency Standards (Part 6) 1978 (origem) / ciclos bianuais (atualizações)</i>                  | Código obrigatório de eficiência energética para novas edificações e grandes reformas. Atua diretamente sobre o carbono operacional ao estabelecer requisitos mínimos para envelope, sistemas prediais, eletrificação e integração de energias renováveis.        |
|                              | <i>CALGreen – California Green Building Standards Code (Title 24, Part 11) 2011 (vigência base) / 2024 (atualização citada)</i> | Primeiro código estadual de construção verde dos EUA. A atualização com vigência em 1º de julho de 2024 introduz exigências obrigatórias de redução de carbono incorporado para grandes edifícios não residenciais e escolares, por meio de rotas alternativas de |



| Categoria     | Instrumento                                                                                       | Descrição analítica                                                                                                                                                                              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                   | conformidade baseadas em ACV, EPDs ou reuso estrutural.                                                                                                                                          |
|               | <i>Assembly Bill 2446</i> (AB 2446) 2022                                                          | Determina que o CARB desenvolva uma estrutura regulatória para mensurar e reduzir a intensidade de carbono de materiais de construção, com metas progressivas de redução baseadas em ACV e EPDs. |
|               | Building Energy Benchmarking Program (AB 802) 2015                                                | Obriga reporte anual de consumo energético de grandes edifícios à California Energy Commission, funcionando como benchmarking e transparência de mercado.                                        |
|               | <i>Buy Clean California Act</i> (AB 262) 2017 (aprovação) / 2018 (implementação inicial)          | Política de compras públicas que exige EPDs e estabelece limites de GWP para materiais de obras públicas, induzindo redução do carbono incorporado na cadeia da construção.                      |
|               | <i>SB 596 – Net-Zero Cement Strategy</i> 2021                                                     | Determina estratégia setorial para reduzir a intensidade de emissões do cimento (– 40% até 2035) e atingir emissões líquidas zero até 2045, alinhando insumo crítico às metas estaduais.         |
|               | <i>Home Energy Rating System</i> (HERS) – CEC década de 1990 (institucionalização) / uso contínuo | Sistema oficial de classificação do desempenho energético residencial, usado para conformidade com Title 24 e comparação de eficiência entre unidades.                                           |
| Financiamento | <i>Greenhouse Gas Reduction</i>                                                                   | Fundo que recebe receitas do cap-and-                                                                                                                                                            |

| <b>Categoria</b> | <b>Instrumento</b>                                                                                    | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                            |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <i>Fund</i> (GGRF) 2012                                                                               | trade e financia políticas climáticas estruturantes por meio de programas estaduais.                                                                                  |
|                  | <i>California Climate Investments</i> (CCI) 2014 (estrutura consolidada)                              | Programa que direciona recursos do GGRF para projetos de mitigação, adaptação e justiça climática (retrofit, habitação, transporte, comunidades vulneráveis).         |
|                  | <i>Assembly Bill</i> 811 (AB 811) 2008                                                                | Base legal para governos locais criarem assessment districts e financiarem melhorias energéticas e hídricas em propriedades privadas, viabilizando programas PACE.    |
|                  | <i>C-PACE – Commercial Property Assessed Clean Energy</i> a partir de 2009–2010 (expansão pós-AB 811) | Mecanismo de financiamento para eficiência energética e renováveis em edifícios comerciais e multifamiliares, pago via tributo predial (reduz barreiras financeiras). |

Fonte: Elaboração própria, com base em documentos do CARB, California Energy Commission, Department of General Services, California Climate Investments, California Environmental Protection Agency e literatura científica especializada.

Essa combinação confirma a literatura que defende que a transição climática depende de pacotes integrados de políticas, e não de instrumentos isolados, sobretudo em setores urbanos caracterizados por múltiplos agentes, ativos de longa duração e elevada heterogeneidade tecnológica. A experiência da Califórnia, um estado federado que implementou política climática mais rigorosa que o governo federal americano, oferece modelo particularmente relevante para São Paulo, evidenciando que governança subnacional pode ser tão efetiva quanto políticas nacionais quando acompanhada de normas técnicas obrigatórias, integração com planejamento urbano e mecanismos de financiamento verde.

### 3.3 CHILE

O caso chileno constitui uma experiência relevante para a análise comparada por demonstrar uma estratégia gradual de construção institucional, baseada na combinação entre planejamento climático de longo prazo, precificação de carbono, regulação de desempenho energético, instrumentos de informação e mecanismos financeiros. Diferentemente de modelos centrados apenas em mercados de carbono, o Chile tem estruturado um arranjo de políticas complementares, no qual o sinal econômico do Imposto Verde é articulado a metas climáticas nacionais, qualificação energética de edificações, subsídios habitacionais e financiamento verde.

No plano estratégico, a Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (Estrategia Climática de Longo Prazo do Chile), aprovada em 2021, estabelece a trajetória nacional rumo à carbono neutralidade e à resiliência climática até 2050, funcionando como instrumento orientador para a integração entre NDCs, planos setoriais e políticas subnacionais (Chile, 2021).

A Ley Marco de Cambio Climático (Lei Marco de Mudança Climática), Lei nº 21.455/2022, conferiu densidade jurídica a essa trajetória ao estabelecer a meta de alcançar e manter a neutralidade de emissões de gases de efeito estufa até 2050, além de tornar obrigatória a elaboração de Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação, incluindo o setor de *Vivienda y Urbanismo* (Chile, 2022).

Para o ambiente construído, esse desenho é relevante porque desloca a política climática de uma lógica declaratória para uma estrutura de governança com metas, responsabilidades institucionais e instrumentos de execução, em linha com a literatura sobre governança climática policêntrica e integração de políticas públicas (Ostrom, 2010; Jordan *et al.*, 2018).

A precificação de carbono chilena foi introduzida pelo *Impuesto Verde*, criado pela Lei nº 20.780/2014 e reformado pela Lei nº 21.210/2020, que substituiu o critério de potência térmica instalada por limiares anuais de emissão (Chile, 2014; Chile, s.d.). Em sua configuração atual, o imposto incide sobre emissões de CO<sub>2</sub>, material particulado, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub> provenientes de estabelecimentos que atinjam, individual ou conjuntamente, 100 toneladas anuais de material particulado ou 25.000 toneladas anuais de CO<sub>2</sub>, mantendo para o CO<sub>2</sub> a alíquota de US\$ 5 por tonelada emitida (OECD, 2023).

Esse valor é reconhecidamente insuficiente para induzir transformações estruturais de forma autônoma. A comparação com o *Precio Social del Carbono*<sup>7</sup> (PSC), fixado em US\$ 71,1/tCO<sub>2</sub> para 2025 pelo *Sistema Nacional de Inversiones* (SNI) em parceria com a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), com trajetória crescente até US\$ 264,15/tCO<sub>2</sub> em 2050, revela uma contradição institucional relevante: o próprio governo chileno, em seus cálculos de avaliação de investimento público, atribui ao carbono um valor 14 vezes superior ao que cobra das empresas emissoras (CEPAL, 2025; CHILE. Ministerio de Desarrollo Social y Familia; CEPAL, 2025)

Esse hiato entre preço regulatório e custo social reconhecido documenta uma das limitações estruturais do caso chileno como modelo de transferência para o SBCE: um sinal de preço insuficiente tende a gerar apenas adaptação marginal, e não reconversão tecnológica da cadeia produtiva.

Em novembro de 2025, o Ministério do Meio Ambiente do Chile lançou, na COP30, a *Hoja de Ruta de Instrumentos de Precio y Mercados de Carbono 2025*, aprovada pela Resolução Exenta nº 8102, de 28 de novembro de 2025. O documento explicita a intenção governamental de elevar progressivamente a alíquota do Impuesto Verde e de articulá-lo a normas de emissão, programas voluntários, como o *Huella Chile*, e aos mecanismos de cooperação internacional do Artigo 6 do Acordo de Paris (Chile, 2025).

A estratégia estabelece metas indicativas de redução média de 5 milhões de tCO<sub>2</sub>e/ano, acumulando 50 milhões de tCO<sub>2</sub>e até 2035, bem como a mobilização de cerca de US\$ 1 bilhão em bonds de carbono e mais de US\$ 10 bilhões em investimentos sustentáveis no período 2025–2035. Trata-se de uma agenda de reformas de médio prazo, e não de um sistema de comércio de emissões já operante, distinção analítica relevante para avaliar a transferibilidade dessa experiência ao contexto do SBCE.

A partir de 2023, o *Sistema de Compensación de Emisiones del Impuesto Verde* (Sistema de Compensação de Emissões do Imposto Verde) ampliou a sofisticação do instrumento ao permitir que contribuintes sujeitos ao imposto compensem emissões tributadas por meio de certificados gerados por projetos de redução ou absorção, desde que aprovados pelo Ministério do Meio Ambiente e verificados por terceira parte (CHILE, 2023) .

---

<sup>7</sup>O Precio Social del Carbono (PSC) é um instrumento de avaliação econômica utilizado pelo governo chileno para mensurar o custo social das emissões de gases de efeito estufa em projetos de investimento público (SNI; CEPAL, 2025). Não constitui tributo nem obrigação para agentes privados, mas um parâmetro técnico incorporado à análise custo-benefício do Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

Em 2024, o sistema compensou 4,4 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, demonstrando potencial de formação de um mercado regulado de certificados climáticos vinculado à política fiscal ambiental. Para a análise do SBCE, esse ponto é particularmente relevante porque mostra uma alternativa intermediária entre tributação pura e mercado *cap and trade*, na qual a compensação regulada pode funcionar como mecanismo de flexibilidade, desde que sustentada por critérios robustos de adicionalidade, mensuração, permanência e verificação.

No campo regulatório, a Lei nº 21.305/2021 sobre eficiência energética tornou obrigatória a qualificação energética para a obtenção da recepção final ou definitiva de habitações, edifícios de uso público, edifícios comerciais e de escritórios, além de exigir a inclusão da etiqueta energética na publicidade de venda realizada por construtoras e incorporadoras (Chile, 2021).

A medida fortalece a transparência de mercado ao permitir que consumidores, financiadores e agentes públicos comparem o desempenho energético das edificações, ainda que a qualificação, por si só, não equivalha à imposição de um padrão mínimo de desempenho.

A Calificación Energética de Viviendas (CEV), implementada desde 2012 pelo MINVU em conjunto com o Ministério de Energia, constitui instrumento normativo-informacional central nesse arranjo, pois classifica o desempenho energético das habitações em escala de A+ a G e considera demandas de calefação, resfriamento, iluminação e água quente sanitária (Chile, 2010; Chile, 2021).

Desde sua criação, contudo, a CEV operou como instrumento voluntário, o que representou uma fragilidade estrutural relevante: sem exigência legal, a adesão por parte de construtoras e incorporadoras permaneceu baixa, limitando significativamente o alcance e o impacto real do sistema no mercado habitacional (Zero Consulting, 2025).

Com a regulamentação posterior estabelecida pelo Decreto nº 5, de outubro de 2024, que instituiu um período de transição de um ano, a qualificação passou a assumir caráter progressivamente obrigatório para novas habitações, tornando-se exigível a partir de outubro de 2025 (Chile, 2024). Essa transição reforça a função da CEV como infraestrutura de dados e transparência para políticas habitacionais, crédito verde e planejamento urbano.

Ainda assim, a obrigatoriedade formal não elimina os desafios operacionais do sistema. Permanecem como pontos de atenção a capacidade técnica dos municípios para fiscalizar a apresentação da etiqueta, a consistência das avaliações realizadas pelos

calificadores habilitados e a efetiva compreensão do instrumento por parte dos compradores (ZERO CONSULTING, 2025).

Além disso, a etiqueta informa o desempenho energético esperado com base no projeto, mas não garante o desempenho real em uso: limitação inerente a sistemas de classificação baseados em modelagem, presente em experiências internacionais similares.

Os instrumentos financeiros completam esse arranjo ao reduzir barreiras de acesso a tecnologias e soluções de eficiência energética. O financiamento EcoVivienda, estruturado pelo BancoEstado com apoio do KfW, oferece condições hipotecárias preferenciais para aquisição de habitações novas com desempenho energético superior ao padrão vigente, elegíveis quando possuem CEV letra D ou superior (International Urban Cooperation Programme, 2019; Bancoestado, 2020).

Essa vinculação entre a etiqueta CEV e condições diferenciadas de crédito representa um avanço relevante, ao criar incentivos de mercado que operam de forma complementar à regulação, ampliando a efetividade do sistema como um todo.

Essa experiência é analiticamente relevante porque transforma a certificação energética em critério financeiro, conectando política habitacional, mercado imobiliário e redução de emissões operacionais. Em paralelo, os programas do MINVU de eficiência energética e hídrica para habitações existentes financiam melhorias de envoltória térmica, acondicionamento térmico, sistemas solares, equipamentos eficientes e redução de perdas energéticas, com foco em famílias enquadradas em critérios sociais e em territórios com maior vulnerabilidade ambiental (Chile, 2019).

A Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), agência pública chilena responsável pelo fomento produtivo e pela inovação, por sua vez, atua no financiamento da transição produtiva por meio de linhas como o Crédito Verde, voltadas a projetos de energias renováveis, eficiência energética, melhoria ambiental, economia circular e hidrogênio verde, ampliando a base de financiamento para a descarbonização setorial (CORFO, 2020; CORFO, 2023).

Ao operar como agente de segundo piso, repassando recursos a instituições financeiras intermediárias, a CORFO viabiliza o acesso de empresas e projetos a condições de financiamento diferenciadas, complementando os instrumentos voltados ao setor habitacional e estendendo o alcance da política de eficiência energética a outros segmentos da economia.

A experiência chilena evidencia, portanto, que a descarbonização das edificações depende coerência das metas climáticas a seus instrumentos, como visto no Quadro 5.

Quadro 5 — Iniciativas e Instrumentos do Chile para descarbonização de Edificações

| Categoria                           | Instrumento                                                                       | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégia climática de longo prazo | Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), 2021                                  | Instrumento de planejamento de longo prazo vinculado à Ley 21.455, que operacionaliza a meta de neutralidade climática. Para edificações, define objetivos como a redução da pegada operacional de novas habitações até 2030 e a neutralidade de emissões em novas construções até 2050.                                                                                  |
|                                     | Ley Marco de Cambio Climático Ley nº 21.455, 2022                                 | Marco legal estruturante da política climática chilena. Estabelece a meta de neutralidade de emissões de gases de efeito estufa até 2050, define a governança climática nacional e torna obrigatória a elaboração de Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação, incluindo o setor de edificações.                                                                         |
| Econômicos e de precificação        | Impuesto Verde sobre emisiones Ley nº 20.780, 2014 . Lei nº 21.210/2020 (reforma) | Imposto ambiental que incide sobre emissões de CO <sub>2</sub> e poluentes locais provenientes de fontes fixas com caldeiras ou turbinas $\geq 50$ MWt. Para CO <sub>2</sub> , o valor de referência é cerca de US\$ 5/tCO <sub>2</sub> , com ajustes conforme danos locais; a reforma de 2020 ampliou o escopo para instalações com $\geq 25.000$ tCO <sub>2</sub> /ano. |
|                                     | Precio Social del Carbono (PSC) Sistema Nacional de Inversiones (SNI) / CEPAL     | Instrumento de avaliação econômica utilizado pelo governo chileno para mensurar o custo social das emissões de gases de efeito estufa em projetos de                                                                                                                                                                                                                      |

| Categoria | Instrumento                                                                                                          | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                      | investimento público. Fixado em US\$ 71,1/tCO <sub>2</sub> para 2025, com trajetória crescente até US\$ 264,15/tCO <sub>2</sub> em 2050, revelando uma contradição institucional: o governo atribui ao carbono um valor 14 vezes superior ao que cobra das empresas emissoras via Impuesto Verde.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|           | Hoja de Ruta de Instrumentos de Precio y Mercados de Carbono 2025 Resolución Exenta nº 8102 / 28 de novembro de 2025 | Documento aprovado pelo Ministério do Meio Ambiente que explicita a intenção governamental de elevar progressivamente a alíquota do Impuesto Verde e articulá-lo a normas de emissão, programas voluntários (Huella Chile) e mecanismos de cooperação internacional do Artigo 6 do Acordo de Paris. Estabelece metas indicativas de redução média de 5 milhões de tCO <sub>2</sub> e/ano (acumulando 50 milhões até 2035) e mobilização de cerca de US\$ 1 bilhão em bonds de carbono e mais de US\$ 10 bilhões em investimentos sustentáveis no período 2025–2035. Trata-se de uma agenda de reformas de médio prazo, não de um sistema de comércio de emissões já operante. |
|           | Sistema de Compensación de Emisiones del Impuesto Verde (SCE), regulamentado em 2023                                 | Permite compensar emissões tributadas por certificados de redução ou absorção; em 2024 compensou 4,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



| Categoria            | Instrumento                                                                                                                           | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                       | milhões de tCO <sub>2</sub> (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo).                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Técnico-regulatórios | Ley de Eficiencia Energética<br>Lei nº 21.305/2021                                                                                    | Torna obrigatória a qualificação energética para diferentes tipos de edificações novas (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).                                                                                                                                                                                                         |
|                      | Calificación Energética de Viviendas (CEV) 2012<br>(implementação) / Decreto nº 5 de outubro de 2024<br>(obrigatoriedade progressiva) | Sistema de etiquetagem energética que reduz assimetrias de informação e orienta consumidores, incorporadores e financiamento.                                                                                                                                                                                                               |
| Financiamento        | Crédito hipotecário<br>EcoVivienda<br>(BancoEstado/MINVU)                                                                             | Linha de crédito imobiliário com condições preferenciais para aquisição de habitações novas com classificação energética mínima (CEV D ou superior), articulando política habitacional, eficiência energética e mercado financeiro.                                                                                                         |
|                      | Programas MINVU de Eficiência Energética e Hídrica DS nº 27 (Capítulo IV) / 2016                                                      | Programas do Decreto Supremo nº 27 de 2016 que financiam melhorias em habitações existentes, incluindo envoltória térmica, acondicionamento térmico, sistemas solares, equipamentos eficientes e redução de perdas energéticas, com foco em famílias enquadradas em critérios sociais e em territórios com maior vulnerabilidade ambiental. |
|                      | Crédito Verde (CORFO)                                                                                                                 | Linhas de financiamento da CORFO,                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Categoria | Instrumento                             | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Corporación de Fomento de la Producción | agência pública chilena responsável pelo fomento produtivo e inovação, voltadas a projetos de energias renováveis, eficiência energética, melhoria ambiental, economia circular e hidrogênio verde. Operando como agente de segundo piso, a CORFO repassa recursos a instituições financeiras intermediárias, viabilizando o acesso de empresas e projetos a condições de financiamento diferenciadas e estendendo o alcance da política de eficiência energética a outros segmentos da economia. |

Fonte: Elaboração própria, com base em Chile (2014, 2021, 2022), Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), CORFO e ICAP (2024; 2025).

3.4 COLÔMBIA

A experiência colombiana estrutura-se sobre um arranjo de governança climática que articula planejamento institucional multinível, precificação econômica, regulação técnica de edificações, certificações voluntárias e financiamento verde.

Sua arquitetura de precificação é híbrida e progressiva: partindo de um imposto sobre carbono de escopo ainda limitado e preço insuficiente para induzir transformações estruturais, a Colômbia avança em direção à implementação de cotas transmissíveis, configurando um arranjo no qual tributação, compensação regulada e mercado de carbono operam em camadas complementares de incentivo à descarbonização setorial.

O *Sistema Nacional de Cambio Climático* (SISCLIMA), instituído pelo Decreto nº 298/2016, criou a estrutura de coordenação da política climática colombiana ao reunir

entidades estatais, privadas e sem fins lucrativos em torno de políticas, normas, processos e instrumentos voltados à mitigação e à adaptação climática (Colômbia, 2016).

Sua importância analítica reside na tentativa de integrar escalas nacionais, regionais e locais por meio da Comissão Intersetorial de Mudança Climática e dos Núcleos Regionais de Mudança Climática, arquitetura de governança policêntrica aplicável a setores territorialmente complexos, como habitação, infraestrutura urbana e saneamento (Ostrom, 2010).

A Política Nacional de Mudança Climática (PNCC), apresentada em 2017, consolidou essa orientação ao articular os esforços nacionais, incluindo a Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) e o Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (Colômbia, 2017), em torno do desenvolvimento resiliente e de baixo carbono, com linhas estratégicas que abrangem o desenvolvimento urbano de baixo carbono (infraestrutura, transporte, resíduos e expansão urbana) .

A Lei nº 1931/2018 conferiu densidade jurídica a esse arranjo ao estabelecer diretrizes para a gestão da mudança climática nas decisões de pessoas públicas e privadas e ao formalizar os Planos Setoriais e Territoriais Integrados de Gestão da Mudança Climática (PIGCCS e PIGCCT), instrumentos que permitem traduzir metas nacionais em medidas setoriais e urbanas concretas (Colômbia (f), 2018).

No caso do Ministério de *Vivienda, Ciudad y Territorio*, o PIGCCS busca reduzir a vulnerabilidade dos setores de habitação, cidade, território, água e saneamento, contribuindo para o desenvolvimento de baixo carbono por meio de medidas aplicáveis às edificações e aos entornos urbanos. Cabe precisar, contudo, que a meta de redução de 51% das emissões até 2030 e a neutralidade de carbono até 2050 devem ser atribuídas à NDC atualizada de 2020, à Estratégia E2050 e à Lei nº 2169/2021, e não à Lei nº 1931/2018, cujo escopo é de coordenação institucional e não de fixação de metas quantitativas (Colômbia, 2021).

No campo da precificação, o *Impuesto Nacional al Carbono*, instituído pela Lei nº 1819/2016, representa o principal instrumento econômico colombiano em operação. O imposto incide sobre combustíveis fósseis utilizados para combustão, produzindo efeitos indiretos sobre o consumo energético urbano, o custo operacional de edificações e a cadeia de energia e transporte associada ao ambiente construído (Colômbia, 2016).

Sua trajetória de atualização é definida anualmente pela Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) com base na inflação acrescida de pontos adicionais, tendo passado de cerca de COP 15.000/tCO<sub>2</sub>e em 2017 para COP 27.399/tCO<sub>2</sub>e em 2025, o que corresponde a aproximadamente US\$ 7,64/tCO<sub>2</sub>e, com projeção oficial de elevação para COP

42.609/tCO<sub>2</sub>e em 2026, patamar ainda muito abaixo dos intervalos de preço recomendados pela literatura e por organismos internacionais para induzir transformações estruturais na cadeia produtiva (Colombia, 2025; World Bank, 2024).

Essa avaliação encontra respaldo na literatura acadêmica sobre a efetividade da precificação de carbono. Em estudo aplicado ao caso colombiano, Calderón *et al.* (2016), a partir da comparação de quatro modelos de avaliação integrada, demonstram que impostos sobre carbono e metas de redução só promovem a entrada de fontes energéticas mais limpas e a redução da demanda final de energia quando fixados em patamares suficientemente elevados; em níveis reduzidos, o sinal de preço mostra-se insuficiente para reorientar decisões de investimento e padrões tecnológicos.

Essa limitação prospectiva é corroborada por evidência empírica ex-post: em análise comparativa de México, Colômbia e Argentina pelo método de controle sintético, Muzzi e Pereda (2026) não encontram evidência de que a tributação de carbono tenha reduzido significativamente as emissões na Colômbia, ao passo que no México a redução observada decorreu menos do imposto em si, fixado em taxas modestas, do que de sua combinação com a remoção de subsídios a combustíveis e ajustes tributários que elevaram os preços efetivos da energia.

Os autores concluem que a efetividade da precificação depende do desenho da política, de reformas complementares e do contexto institucional. Embora essas evidências se refiram primordialmente ao sistema energético e às emissões agregadas, é razoável inferir que a mesma limitação se projeta sobre o ambiente construído: se o preço do carbono permanece aquém do necessário para transformar a matriz energética, dificilmente será suficiente, de forma isolada, para induzir mudanças estruturais no projeto, na construção e na operação das edificações. Essa constatação reforça o argumento central desta dissertação, o de que a precificação de carbono, no caso colombiano como no brasileiro, requer articulação com instrumentos setoriais, como regulação técnica, taxonomia financeira e certificações, em um arranjo de *policy mix*, e não atuação isolada.

Em 2025, a cobertura do imposto foi ampliada para o carvão utilizado por termelétricas e indústrias, aumentando seu alcance setorial, embora a OCDE, em avaliação publicada em 2026, tenha reiterado que o nível efetivo de precificação permanece insuficiente para o cumprimento das metas climáticas colombianas (OECD, 2026).

A especificidade institucional mais relevante do modelo colombiano reside no mecanismo de não causação regulamentado pelo Decreto nº 926/2017: o imposto não se

aplica quando o sujeito passivo certifica carbono neutralidade por meio de reduções ou remoções verificadas, gerando demanda doméstica por créditos de carbono e aproximando tributação ambiental, mercado de compensações e sistemas de MRV (Colômbia, 2017).

Em 2025, o sistema contabilizava 236 projetos certificados, com contribuição acumulada de 231 milhões de tCO<sub>2</sub> reduzidas e injeção de aproximadamente COP 4,5 trilhões na economia colombiana, concentrados em projetos REDD+, energia renovável e resíduos (ASOCARBONO, 2025).

Ao mesmo tempo, o mercado de créditos apresenta pressões de preço relevantes: créditos REDD+ negociados no mercado doméstico são transacionados em faixas da ordem de US\$ 2,00–3,50/tCO<sub>2</sub>e, significativamente abaixo da taxa fiscal, o que pode incentivar o uso de compensações de baixo custo em substituição a mudanças estruturais nos processos produtivos (Fastmarkets, 2026).

A Lei nº 1931/2018 também criou as bases para o *Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de Gases de Efecto Invernadero* (PNCTE), concebido como um futuro sistema colombiano de comércio de emissões (Colômbia (f), 2018). Diferentemente do imposto sobre carbono, que atua sobre combustíveis fósseis, o PNCTE deverá operar por meio de cotas transmissíveis associadas a emissões de GEI, aproximando-se da lógica de um ETS.

No entanto, sua implementação ainda se encontra em desenvolvimento regulatório, razão pela qual deve ser analisado como instrumento estratégico de transição institucional, e não como mercado plenamente operacional.

Para o Brasil, essa distinção é importante: a experiência colombiana mostra que a criação legal de um sistema de cotas exige etapa posterior de definição de escopo, agentes regulados, alocação de permissões, registro, verificação, sanções e compatibilidade com instrumentos já existentes, como impostos e compensações.

No setor de edificações, a Colômbia apresenta avanços regulatórios relevantes. O Decreto nº 1285/2015 incorporou ao marco normativo de habitação a construção sustentável, prevendo a adoção de parâmetros técnicos para economia de água e energia em edificações (Colômbia, 2015).

Em seguida, a Resolução nº 0549/2015 estabeleceu percentuais mínimos e medidas de economia de água e energia para novas edificações, além de adotar a *Guía de Construcción Sostenible para el Ahorro de Agua y Energía en Edificaciones* (Guia de Construção Sustentável para a Economia de Água e Energia em Edificações) (Colômbia, 2015).

Em 2025, a Resolução nº 0194 substituiu a Resolução nº 0549 e atualizou os parâmetros de construção sustentável, incorporando novos critérios técnicos, linhas de base revisadas, mecanismos de seguimento e controle, além de metas de economia de água e energia para edificações novas.

Esse processo é analiticamente importante porque demonstra a passagem de diretrizes gerais de construção sustentável para requisitos mais mensuráveis, verificáveis e vinculados ao licenciamento e à entrega de novos empreendimentos.

No campo financeiro, a Taxonomía Verde de Colômbia constitui instrumento estratégico por classificar atividades econômicas e ativos ambientalmente sustentáveis, incluindo edificações, de modo a orientar crédito, investimento e produtos financeiros verdes (Superintendencia Financiera de Colombia).

Sua relevância para o ambiente construído está em aproximar critérios técnicos de sustentabilidade das decisões de financiamento, permitindo que edificações eficientes em energia, água e materiais sejam reconhecidas como ativos elegíveis para fluxos de capital verde. Esse tipo de instrumento reduz a assimetria entre política climática e mercado financeiro, criando condições para que normas técnicas, certificações e metas climáticas influenciem o custo e a disponibilidade de crédito.

Em termos comparados, a taxonomia colombiana oferece lição importante para o SBCE: a precificação de carbono pode ganhar efetividade quando articulada a critérios financeiros capazes de orientar investimentos privados para edificações de baixo carbono.

Além da regulação estatal, a Colômbia tem desenvolvido instrumentos voluntários e setoriais que ajudam a consolidar padrões de mercado. A certificação CASA Colombia, promovida pelo Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, foi desenvolvida para o contexto local e avalia critérios de sustentabilidade em habitações, incluindo eficiência energética, uso racional da água, materiais, conforto ambiental, sustentabilidade em obra e gestão de resíduos (Consejo Colombiano De Construcción Sostenible, 2024).

A Camacol, por sua vez, tem papel relevante na difusão da certificação EDGE e da agenda VIS 4.0, voltada à sustentabilidade da habitação de interesse social, incorporando eficiência energética, eficiência hídrica, conforto térmico, qualidade do ar interior, materiais e carbono incorporado (Camacol; Camacol). Esses instrumentos voluntários não substituem a regulação pública, mas podem acelerar a mudança de práticas construtivas, gerar bases de dados, induzir inovação e preparar o setor para requisitos obrigatórios mais rigorosos. O Quadro 6 resume as iniciativas colombianas:

Quadro 6 — Iniciativas e Instrumentos da Colômbia para descarbonização de Edificações

| <b>Categoria</b>                    | <b>Instrumento</b>                                                                   | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégia climática de longo prazo | SISCLIMA, Decreto nº 298/2016                                                        | Estrutura institucional de coordenação da política climática colombiana, articulando entidades públicas, privadas, setores econômicos e entes territoriais                                                        |
|                                     | Política Nacional de Mudanças Climáticas, 2017                                       | Integra a agenda climática às políticas setoriais e territoriais, com foco em desenvolvimento resiliente e de baixo carbono                                                                                       |
|                                     | Lei nº 1931/2018- Gestão da Mudança Climática                                        | Marco jurídico da gestão climática, formalizando instrumentos de planejamento setorial e territorial, como PIGCCS e PIGCCT, e criando base legal para o PNCTE                                                     |
|                                     | Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS) - 2018        | Instrumentos que traduzem metas nacionais em medidas setoriais, incluindo habitação e construção.                                                                                                                 |
| Econômicos e de precificação        | Impuesto Nacional al Carbono, Lei nº 1819/2016                                       | Imposto sobre combustíveis fósseis, com impacto indireto sobre energia, transporte e consumo urbano                                                                                                               |
|                                     | Decreto nº 926/2017- Mecanismo de não causação                                       | Regulamenta a não causação do imposto mediante certificação de carbono neutralidade com reduções ou remoções verificadas                                                                                          |
|                                     | Programa Nacional de Cotas Negociáveis de Emissão (PNCTE)- 2018 (em desenvolvimento) | Programa de cotas transmissíveis de emissões previsto na Lei nº 1931/2018, ainda em desenvolvimento regulatório, com potencial de evoluir para um ETS colombiano <a href="http://ambiente.gov">ambiente.gov</a> . |

| <b>Categoria</b>     | <b>Instrumento</b>                                              | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Técnico-regulatórios | Decreto nº 1285/2015 – Construção Sustentável                   | Introduz diretrizes para construção sustentável e parâmetros de economia de água e energia em edificações                                                                        |
|                      | Resolução nº 0549/2015 / atualizada pela Resolução nº 0194/2025 | Define requisitos mínimos e metas de economia de água e energia para novas edificações.                                                                                          |
|                      | Guia de Construção Sustentável para Água e Energia/2015         | Instrumento técnico orientador para adoção de práticas sustentáveis no setor da construção.                                                                                      |
|                      | CASA Colombia                                                   | Certificação nacional voluntária, vinculada ao Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, voltada à avaliação de sustentabilidade em habitações no contexto colombiano.      |
|                      | VIS 4.0, Camacol                                                | Instrumentos setoriais de difusão de construção sustentável- certificação EDGE, especialmente em habitação, com foco em energia, água, materiais, conforto e carbono incorporado |
| Financiamento        | Taxonomía Verde de Colombia                                     | Classifica atividades e ativos sustentáveis, incluindo edificações, orientando crédito, investimento e produtos financeiros verdes.                                              |

Fonte: Fonte: Elaboração própria, com base em Colômbia (2015; 2016; 2017; 2018; 2022), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, DNP/CONPES e literatura especializada.

A experiência colombiana evidencia, portanto, que a descarbonização das edificações exige um arranjo institucional capaz de combinar governança multinível, instrumentos econômicos, normas técnicas, certificações, taxonomia financeira e mecanismos de monitoramento. Para o Brasil e para São Paulo, a principal contribuição do caso colombiano



está em demonstrar que a criação de um mercado regulado de carbono, como o SBCE, deve ser acompanhada por instrumentos setoriais capazes de traduzir o sinal econômico em mudanças concretas no projeto, construção, financiamento e operação das edificações.

### 3.5 Análise comparativa entre as experiências

A análise comparativa a seguir aplica o método de Análise de Conteúdo descrito na Introdução, operacionalizado por meio de categorias definidas a priori. O corpus é composto por documentos normativos, planos setoriais e relatórios institucionais das quatro experiências, selecionadas por representarem estágios distintos de maturidade institucional e modelos regulatórios contrastantes, com aplicabilidade analítica ao contexto brasileiro.

O corpus é composto por documentos normativos, planos setoriais e relatórios institucionais das quatro experiências, escolhidas por representarem estágios distintos de maturidade institucional e modelos regulatórios contrastantes, com aplicabilidade analítica ao contexto brasileiro.

A codificação incidiu sobre seis categorias analíticas:

C1: escopo e maturidade da política climática;

C2: desenho e intensidade dos instrumentos de precificação;

C3: regulação técnica aplicada ao setor de edificações;

C4: instrumentos financeiros e redistributivos;

C5: resultados observáveis; e

C6: limites e tensões identificadas. A essas seis categorias originais somam-se duas categorias de inferência comparativa, introduzidas nesta etapa de tratamento dos resultados:

C7: mecanismo de transmissão ao setor de edificações; e

C8: transferibilidade para o SBCE.

Quadro 7 — Síntese comparativa das experiências internacionais de descarbonização das edificações

| <b>Categorias Analíticas</b> | <b>União Europeia</b>  | <b>Califórnia</b>    | <b>Chile</b>                       | <b>Colômbia</b>      |
|------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| C1 — Escopo e maturidade da  | Política supranacional | Política subnacional | Política nacional em consolidação; | Governança climática |

| <b>Categorias Analíticas</b>                                | <b>União Europeia</b>                                                                                                                                       | <b>Califórnia</b>                                                                                                             | <b>Chile</b>                                                                                                                                                                              | <b>Colômbia</b>                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| política climática                                          | integrada; neutralidade climática vinculante até 2050 (European Green Deal, 2019); articulação entre clima, energia e planejamento urbano.                  | com escopo economy-wide; metas legais de longo prazo (AB 32/2006; SB 32/2016); integração entre clima, energia e uso do solo. | arcabouço legal robusto a partir de 2022; integração gradual entre clima, energia e habitação.                                                                                            | multinível; instrumentos jurídicos, econômicos e territoriais articulados; maturidade institucional crescente.                                                                            |
| C2 — Desenho e intensidade dos instrumentos de precificação | EU ETS desde 2005; preço >€60/tCO <sub>2</sub> eq (2021–2023); ETS-2 para combustíveis em edifícios previsto para 2027; Reserva de Estabilidade de Mercado. | Cap-and-trade desde 2013; cobertura de ~85% das emissões; preço regulado com piso e teto; trajetória crescente previsível.    | Impuesto Verde desde 2017 (Lei 20.780/2014); alíquota de US\$ 5/tCO <sub>2</sub> eq (baixa frente ao Precio Social del Carbono oficial de US\$ 71,1/tCO <sub>2</sub> e (SNI/CEPAL, 2025); | Impuesto Nacional al Carbono desde 2017 (Lei 1819/2016); COP 27.399/tCO <sub>2</sub> e em 2025 (≈ US\$ 7,64/tCO <sub>2</sub> e), com projeção de COP 42.609/tCO <sub>2</sub> e para 2026; |
| C3 — Regulação técnica aplicada às edificações              | Diretiva EPBD vinculante; Renovation Wave com metas progressivas;                                                                                           | Title 24 com revisões periódicas obrigatórias; CALGreen;                                                                      | Calificación Energética de Viviendas progressivamente obrigatória;                                                                                                                        | Requisitos mínimos de eficiência energética e hídrica;                                                                                                                                    |

| <b>Categorias Analíticas</b>                        | <b>União Europeia</b>                                                                                                                                                 | <b>Califórnia</b>                                                                                                                                          | <b>Chile</b>                                                                                                         | <b>Colômbia</b>                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | Nearly Zero-Energy Buildings (NZEB); Buy Clean europeu em discussão; etiquetagem obrigatória.                                                                         | AB 2446 (carbono incorporado); AB 262 (Buy Clean California, regulação de materiais); etiquetagem energética obrigatória.                                  | normas térmicas em atualização; etiquetagem habitacional.                                                            | regulamentos técnicos                                                                                                                         |
| C4 — Instrumentos financeiros e distributivos       | Receitas do ETS destinadas ao Innovation Fund e Modernisation Fund; Social Climate Fund com foco em vulneráveis; Taxonomia Europeia; alinhamento com finanças verdes. | Reinvestiment o sistemático das receitas via GGRF e CCI; C-PACE e IBank para eficiência energética; programas específicos para comunidades de baixa renda. | Programas de retrofit habitacional; hipotecas verdes; títulos verdes soberanos; financiamento internacional via GCF. | Taxonomia Verde colombiana; linhas de crédito verde; apoio a projetos certificados; integração incipiente entre clima e financiamento urbano. |
| C5 — Resultados observáveis no setor de edificações | Redução de -47% de emissões nos setores industriais e de energia regulados pelo EU                                                                                    | Evidências de melhoria gradual do desempenho energético;                                                                                                   | Fortalecimento institucional; avanços graduais na eficiência energética de                                           | Dinamização do mercado doméstico de créditos de carbono;                                                                                      |

| <b>Categorias Analíticas</b> | <b>União Europeia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Califórnia</b>                                                                                                            | <b>Chile</b>                                                                                            | <b>Colômbia</b>                                                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | ETS (2005–2023); setor de edificações não incluído no ETS I–IV. Avanços no ambiente construído europeu decorrem predominantemente da EPBD e da Renovation Wave: instrumentos regulatórios independentes do ETS. ETS-2, com incidência direta sobre combustíveis utilizados em edificações, previsto para 2027. Incorporação crescente do carbono embutido na regulação, com exigência de cálculo de GWP de ciclo de vida a partir de 2028 (EPBD revisada, 2024). | indução à inovação tecnológica e materiais de baixo carbono; redução de emissões no setor de energia que alimenta edifícios. | edificações novas; ampliação de instrumentos informativos; impacto ainda limitado no estoque existente. | fortalecimento normativo; avanços incrementais na construção sustentável; resultados de emissões ainda modestos. |
| C6 — Limites e               | Edificações não                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Complexidade                                                                                                                 | Baixa                                                                                                   | Dependência                                                                                                      |

| <b>Categorias Analíticas</b>                          | <b>União Europeia</b>                                                                                                                                      | <b>Califórnia</b>                                                                                                                                    | <b>Chile</b>                                                                                                                                                      | <b>Colômbia</b>                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| tensões                                               | reguladas diretamente pelo ETS I; elevada complexidade institucional; desafios distributivos na extensão ao ETS-2; custo do retrofit no estoque existente. | regulatória; custos de conformidade; necessidade de coordenação com governos locais; dependência de estabilidade política estadual.                  | intensidade do preço do carbono; ausência de metas setoriais vinculantes; implementação desigual; impactos ainda limitados sobre emissões do ambiente construído. | excessiva de compensações ; ausência de metas setoriais vinculantes; baixa previsibilidade regulatória; limitada indução de investimentos de longo prazo. |
| C7 — Mecanismo de transmissão ao setor de edificações | Predominantemente e indireto: pass-through de custos do carbono ao cimento e ao aço; sinal direto emergindo via ETS-2.                                     | Indireto via energia elétrica e combustíveis; direto via códigos construtivos obrigatórios; emergente via regulação de carbono incorporado (AB 262). | Indireto via pass-through reduzido dado o baixo preço; informacional via etiquetagem.                                                                             | Indireto via pass-through limitado; informacional; compensações como canal de sinalização.                                                                |
| C8 — Transferibilidade e para o SBCE                  | Alta: demonstra que alocação gratuita não                                                                                                                  | Alta: reinvestimento de receitas                                                                                                                     | Média: alerta sobre insuficiência do                                                                                                                              | Média: demonstra riscos da                                                                                                                                |

| <b>Categorias Analíticas</b> | <b>União Europeia</b>                                                                                                                    | <b>Califórnia</b>                                                                                                            | <b>Chile</b>                                                                | <b>Colômbia</b>                                                                                           |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | elimina pass-through; ETS-2 sinaliza necessidade de salvaguardas sociais explícitas; Buy Clean como referência para carbono incorporado. | como condição de legitimidade política; Buy Clean como modelo para regulação de materiais; piso de preço como estabilizador. | sinal de preço isolado; importância do fortalecimento institucional prévio. | dependência de compensações; reforça necessidade de metas setoriais vinculantes para induzir edificações. |

Fonte: Elaboração própria, com base na análise de conteúdo de documentos normativos, políticas públicas e relatórios institucionais mapeados nas experiências internacionais.

O Brasil e o município de São Paulo não integram o Quadro 7, pois constituem o objeto empírico da pesquisa e não casos de referência internacional. Sua análise sistemática é desenvolvida no Capítulo 7, com base nas mesmas categorias analíticas, permitindo comparação estruturada com as experiências internacionais examinadas.

### **3.5.1 Sobre a maturidade institucional e o escopo das políticas (C1)**

A análise de conteúdo evidencia uma gradação clara de maturidade institucional entre os quatro casos. União Europeia e Califórnia apresentam arranjos consolidados, nos quais o mercado regulado de carbono opera há mais de uma década em articulação explícita com políticas energéticas e urbanas.

A codificação dos documentos normativos desses sistemas revela um traço comum: a política climática migrou progressivamente de uma lógica declaratória para uma lógica operacional, caracterizada pela vinculação jurídica de metas, pela revisão periódica de instrumentos e pela integração intersetorial.

Chile e Colômbia, ao contrário, apresentam políticas em fase de consolidação, cujos documentos normativos exibem maior densidade de intenções do que de mecanismos de

implementação vinculantes, padrão que se aproxima mais de um discurso de legitimação do que de regulação efetiva.

Esse gradiente é diretamente relevante para o SBCE, que se encontra numa fase análoga à dos países latino-americanos analisados, mas que dispõe de um arcabouço legal mais estruturado desde sua criação.

### 3.5.2 Sobre os instrumentos de precificação e sua relação com edificações (C2 e C7)

A análise comparativa dos quatro casos evidencia um padrão estrutural comum: em sua fase inicial, sistemas de precificação de carbono não regulam o setor de edificações de forma direta, operando predominantemente via repasse de custos (*pass-through*) ao longo das cadeias produtivas. No EU ETS, estudos empíricos demonstram que esse repasse varia entre 40% e 100% do custo de oportunidade das permissões, mesmo em contextos de alocação majoritariamente gratuita (Ce Delft; Öko-Institut, 2015), efeito particularmente amplificado em mercados oligopolizados como o brasileiro de cimento, onde a concentração de oferta reduz a elasticidade de demanda e favorece o repasse integral dos custos adicionais ao preço final dos insumos.

O caso californiano demonstra que esse canal indireto pode ser convertido em transformação estrutural quando as receitas do mercado de carbono são reinvestidas em políticas setoriais. O Greenhouse Gas Reduction Fund (GGRF), financiado pelos leilões do Cap and Trade, destina pelo menos 35% dos recursos a comunidades vulneráveis, financiando retrofit habitacional, eficiência energética em edificações e transporte limpo (CARB, s.d.). Esse mecanismo de reciclagem de receitas transforma o sinal de preço, por si só insuficiente para atingir o setor de edificações de forma direta, em investimento público setorial direcionado, demonstrando que a efetividade *do* *pass-through* depende menos de sua magnitude e mais da existência de instrumentos que capturem e redistribuam seus efeitos econômicos.

Os casos latino-americanos documentam a limitação oposta: insuficiência simultânea do sinal de preço e da reciclagem de receitas. O Impuesto Verde chileno e o Impuesto Nacional al Carbono colombiano operam a níveis que os próprios governos reconhecem como aquém do necessário para induzir transformações estruturais. No Chile, essa contradição é diretamente mensurável: enquanto a alíquota regulatória permanece em US\$ 5/tCO<sub>2</sub>eq, o Precio Social del Carbono, parâmetro técnico utilizado pelo governo para avaliar projetos de

investimento público, foi fixado em US\$ 71,1/tCO<sub>2e</sub> para 2025, com trajetória crescente projetada até US\$ 264,15/tCO<sub>2e</sub> em 2050 (CEPAL, 2025). Na

Na Colômbia, a alíquota atualizada do carbono é de COP 27.399/tCO<sub>2e</sub> em 2025 (aproximadamente US\$ 7,64/tCO<sub>2e</sub>), com projeção de COP 42.609/tCO<sub>2e</sub> para 2026 (DIAN, 2025). Adicionalmente, o mecanismo de não causação colombiano (Colômbia, 2017) permite que empresas compensem emissões tributadas por créditos REDD+ negociados internamente a apenas US\$ 2,00–3,50/tCO<sub>2e</sub>, criando incentivo à compensação de baixo custo em substituição a mudanças estruturais nos processos produtivos (Fastmarkets, 2026).

Essa convergência de evidências confirma a hipótese central desta dissertação: sem sinal de preço robusto, trajetória crescente previsível e mecanismo de reciclagem de receitas orientado ao setor, a indução sobre decisões de longo prazo no setor de edificações é estruturalmente limitada (World Bank, 2024; OCDE, 2026).

### 3.5.3 Sobre a regulação técnica como fator diferenciador (C3)

A Análise de Conteúdo aplicada ao corpus normativo dos quatro casos aponta a regulação técnica vinculante como o elemento mais diferenciador entre as experiências. A codificação dos documentos da União Europeia, em particular a EPBD revisada (2024), a *Renovation Wave* e as metas de *Nearly Zero-Energy Buildings*, revela um arranjo no qual o código construtivo funciona como instrumento de transformação estrutural do estoque edificado, e não apenas de indutor para novas edificações.

A Califórnia demonstra evolução semelhante, com ciclos progressivos do *Title 24* e a recente incorporação de exigências relativas ao carbono incorporado via AB 2446 e à regulação de materiais via AB 262 (*Buy Clean California*), que configura o único caso entre os analisados de regulação direta do carbono embutido em insumos da construção civil.

Chile e Colômbia registraram avanços na introdução de padronização mínima e instrumentos de etiquetagem, como a *Calificación Energética de Viviendas* e os regulamentos técnicos colombianos, mas a análise de conteúdo dos planos setoriais e relatórios de implementação indica que a ausência de metas progressivas e vinculantes, especialmente para o estoque existente, reduz a capacidade indutora desses instrumentos, tornando-os mais próximos de ferramentas informacionais do que regulatórias, em sentido estrito (Ürge-Vorsatz *et al.*, 2020).



### 3.5.4 Sobre os instrumentos financeiros e distributivos (C4)

O eixo financeiro e redistributivo constitui a dimensão de maior assimetria entre os casos. A Califórnia representa o modelo mais consolidado de reinvestimento sistemático das receitas do mercado de carbono em políticas de eficiência energética, retrofit habitacional e proteção de comunidades vulneráveis, por meio do *Greenhouse Gas Reduction Fund* (GGRF) e da *Climate Credit Initiative* (CCI).

Esse arranjo, documentado nos relatórios do *California Air Resources Board* (CARB, 2022), confere ao sistema uma dimensão de legitimidade política que extrapola sua eficácia ambiental, ao redistribuir receitas do carbono para populações de baixa renda e comunidades historicamente afetadas pela poluição. A União Europeia avançou nessa direção com o *Social Climate Fund*, previsto para acompanhar a extensão do ETS ao setor de edificações via ETS-2 em 2027.

Em Chile e Colômbia, os instrumentos financeiros e redistributivos, programas de retrofit, hipotecas verdes e taxonomias sustentáveis, ainda apresentam limitações de escala frente às necessidades de transformação do parque edificado, em especial no segmento de habitação de interesse social.

Essa limitação é diretamente aplicável ao contexto brasileiro: o SBCE, em seu desenho inicial, não prevê mecanismo explícito de reinvestimento das receitas de leilão em eficiência energética ou habitação social, lacuna que, à luz das evidências comparadas, tende a comprometer tanto a eficácia climática quanto a legitimidade política do sistema.

### 3.5.5 Sobre resultados observáveis e limites (C5 e C6)

A análise dos documentos de avaliação disponíveis, relatórios do IPCC (2022), UNEP (2023), *Climate Action Tracker* (2024) e dos próprios sistemas nacionais, indica que os avanços mais consistentes no setor de edificações concentram-se nas experiências que combinam precificação, regulação técnica robusta e financiamento estruturado.

Na União Europeia e na Califórnia, há evidências de melhoria do desempenho energético, redução gradual de emissões operacionais e início de regulação do carbono incorporado. Em Chile e Colômbia, os resultados concentram-se, até o momento, no fortalecimento institucional e na criação de instrumentos informativos, com impacto ainda modesto sobre as emissões efetivas do ambiente construído.

Os limites identificados, por sua vez, são estruturalmente comuns aos quatro casos: a longa vida útil dos ativos imobiliários, a fragmentação do setor da construção, a assimetria de informações entre agentes e os riscos distributivos adversos.

Para o SBCE, essa evidência comparativa reforça que sua efetividade no setor de edificações depende menos de sua sophistication técnica e mais de sua capacidade de articulação com políticas urbanas, normas de desempenho e instrumentos redistributivos.

## 4 O SISTEMA REGULATÓRIO BRASILEIRO E O SBCE

A governança climática brasileira deve ser compreendida como um processo de construção institucional gradual, no qual uma base ambiental originalmente estruturada em instrumentos de comando e controle passa, progressivamente, a incorporar instrumentos econômicos, financeiros e territoriais voltados à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas. Essa trajetória não representa uma substituição linear de modelos regulatórios, mas a formação de um arranjo mais complexo, no qual metas climáticas, normas ambientais, instrumentos de mercado, planejamento público e regulação financeira passam a interagir de forma crescente.

Este capítulo examina essa trajetória como etapa intermediária entre a análise comparada internacional e o estudo específico do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) no contexto urbano de São Paulo. A análise é orientada pelas categorias metodológicas definidas nesta pesquisa: escopo da política climática, instrumentos de precificação, regulação técnica, instrumentos financeiros, resultados observáveis e limites institucionais. O objetivo não é detalhar o funcionamento técnico do mercado de carbono, tratado em capítulo próprio, mas identificar em que medida o arcabouço brasileiro cria condições institucionais para que a precificação de carbono produza efeitos sobre setores difusos, como o ambiente construído.

Essa abordagem dialoga com a literatura sobre governança policêntrica, segundo a qual políticas climáticas efetivas dependem da atuação simultânea de múltiplos centros decisórios e da coordenação entre diferentes escalas de governo (Ostrom, 2010). Também se aproxima da perspectiva de *policy mix*, conforme a qual a efetividade dos instrumentos de política pública depende menos de sua existência isolada e mais da coerência entre objetivos, instrumentos e contextos institucionais (Howlett, 2011; Jordan *et al.*, 2018). Aplicada ao caso brasileiro, essa chave analítica permite compreender por que a existência de metas climáticas nacionais e de um mercado regulado de carbono não é, por si só, suficiente para induzir transformações estruturais no setor de edificações.

### 4.1 EVOLUÇÃO DA GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO BRASIL

Os fundamentos da política ambiental brasileira foram estabelecidos antes da consolidação da agenda climática internacional contemporânea. A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938/1981, estruturou princípios, objetivos e instrumentos voltados à proteção ambiental, com destaque para o licenciamento, a avaliação de impactos e a responsabilização por danos ambientais. Posteriormente, a Constituição Federal de 1988 elevou o meio ambiente ecologicamente equilibrado à condição de direito fundamental, atribuindo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1981; Brasil, 1988).

Essa primeira fase da governança ambiental brasileira consolidou uma matriz regulatória predominantemente baseada em comando e controle. Embora esses instrumentos tenham sido essenciais para a construção da capacidade estatal ambiental, sua lógica original não estava orientada à mensuração sistemática de emissões de gases de efeito estufa nem à indução econômica de trajetórias de baixo carbono.

A variável climática foi sendo incorporada de maneira progressiva, a partir da interação entre compromissos internacionais, políticas ambientais domésticas e demandas crescentes por instrumentos de planejamento setorial. A instituição da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), pela Lei nº 12.187/2009, marcou a entrada formal da agenda climática no ordenamento jurídico nacional.

A PNMC estabeleceu diretrizes para compatibilizar desenvolvimento econômico-social e proteção do sistema climático, prevendo instrumentos como planos setoriais de mitigação e adaptação, medidas fiscais e tributárias, linhas de crédito, mecanismos financeiros e instrumentos de mercado (Brasil, 2009). Ainda assim, sua implementação inicial concentrou-se nos setores de maior peso no inventário nacional: uso da terra, agropecuária e energia, mantendo limitada a integração entre política climática, política urbana e setor de edificações.

Essa limitação decorre, em primeiro lugar, da própria estrutura das emissões brasileiras. Diferentemente do padrão observado em economias industrializadas, a maior parte das emissões nacionais não provém da queima de combustíveis fósseis, mas da mudança de uso da terra, categoria que responde historicamente por cerca de 40% a 48% das emissões brutas do país e se mantém como a principal fonte desde o início da série histórica, com origem majoritária no desmatamento (SEEG, s.d.). Esse perfil singular condicionou a arquitetura da política climática nacional, que se organizou prioritariamente em torno do controle do desmatamento, da agropecuária e da matriz energética, setores de maior

magnitude e maior visibilidade no inventário (Viola & Franchini, 2012; Viola & Franchini, 2018).

A esse fator soma-se um descompasso de escala federativa. Enquanto a política climática se estruturou predominantemente no plano federal, as edificações e o uso e ocupação do solo permanecem sob competência municipal, exercida por meio de planos diretores e códigos de obras (Brasil, 1988, art. 30; art. 182).

O ente que regula o ativo emissor não coincide, portanto, com o ente que coordena a política climática nacional. Essa fragmentação decisória, somada ao caráter difuso das emissões do ambiente construído e à longa vida útil de seus ativos, ajuda a explicar por que o setor de edificações permaneceu em posição secundária na agenda climática brasileira, apesar de sua relevância no consumo energético urbano.

Ao longo da década de 2010, políticas setoriais relevantes passaram a dialogar indiretamente com a agenda climática, ainda que nem sempre tenham sido concebidas como instrumentos climáticos. A Política Nacional de Eficiência Energética, o Estatuto da Cidade, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e normas técnicas de desempenho contribuíram para avanços em eficiência energética, gestão de resíduos e ordenamento urbano. Contudo, esses instrumentos permaneceram insuficientemente integrados a uma estratégia climática nacional capaz de traduzir metas de mitigação em obrigações, incentivos e padrões aplicáveis ao setor de edificações.

Desse modo, a trajetória brasileira até o início da década de 2020 revela um paradoxo institucional. De um lado, o país construiu uma base jurídica ampla e relativamente sofisticada em matéria ambiental e climática; de outro, essa base produziu baixa coordenação entre políticas climáticas, urbanas, financeiras e técnico-regulatórias, limitando sua capacidade de indução sobre setores difusos. Avaliações da série histórica de emissões sugerem que, mesmo tendo cumprido a meta numérica inscrita na PNMC, o país não alterou de forma significativa sua trajetória nem o perfil de suas emissões, o que indica os limites de uma estratégia centrada em metas agregadas e pouco articulada entre instrumentos (SEEG, s.d.). Esse quadro é sintetizado no Quadro 8, organizado segundo as categorias analíticas adotadas nesta pesquisa.

Quadro 8 — Instrumentos e regulações da política climática e ambiental no Brasil

| Categoria | Instrumento | Descrição analítica |
|-----------|-------------|---------------------|
|-----------|-------------|---------------------|

| <b>Categoria</b>          | <b>Instrumento</b>                                                   | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégia de longo prazo | Política Nacional do Meio Ambiente — PNMA (Lei nº 6.938/1981)        | Marco estruturante da política ambiental brasileira. Estabelece princípios, objetivos e instrumentos de comando e controle, licenciamento e avaliação de impactos, com efeitos indiretos sobre o setor de edificações e uso do solo urbano.                                                                    |
|                           | Constituição Federal, art. 225 (1988)                                | Reconhece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental e dever do poder público, fundamentando a incorporação da variável climática nas políticas urbanas e setoriais.                                                                                                                  |
|                           | Política Nacional sobre Mudança do Clima — PNMC (Lei nº 12.187/2009) | Institui os objetivos e instrumentos da política climática nacional, orientando a compatibilização entre desenvolvimento econômico-social e proteção do sistema climático, com previsão de planos setoriais de mitigação e adaptação.                                                                          |
|                           | NDC brasileira — versões 2015, 2020, 2021 e revisão 2023             | Compromissos nacionais de redução de emissões perante o Acordo de Paris: –37% até 2025 e –50% até 2030 em relação a 2005, com meta de neutralidade climática a ser operacionalizada por instrumentos setoriais. A revisão de 2023 reafirma a meta e incorpora a agenda de justiça climática e transição justa. |
|                           | Plano Clima 2024–2035                                                | Instrumento estratégico de médio prazo que operacionaliza a PNMC, estabelecendo metas e ações para mitigação e adaptação, com inclusão do eixo Cidades como dimensão transversal com implicações para edificações e ambiente construído.                                                                       |

| <b>Categoria</b>             | <b>Instrumento</b>                                                     | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Econômicos e de Precificação | Decreto nº 11.075/2022 (revogado)                                      | Instrumento preparatório que estabelecia procedimentos para planos setoriais de mitigação e serviu de base técnica e institucional para a estruturação do SBCE. Estimulou a elaboração de inventários setoriais voluntários.                                                  |
|                              | Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões — SBCE (Lei nº 15.042/2024) | Mercado regulado de carbono do tipo cap-and-trade, com definição de limites absolutos de emissões, alocação de cotas, mecanismos de monitoramento, reporte e verificação (MRV) e impacto indireto sobre o setor de edificações via energia e materiais intensivos em carbono. |
|                              | Taxonomia Sustentável Brasileira (Decreto nº 12.705/2025)              | Sistema classificatório que define critérios técnicos para identificar atividades, ativos e projetos sustentáveis, incluindo construção, retrofit e operação de edificações, orientando fluxos de financiamento e mitigando riscos de greenwashing.                           |
| Técnico-Regulatórios         | Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998)                           | Estabelece sanções penais e administrativas para danos ambientais, reforçando o caráter coercitivo da política ambiental brasileira.                                                                                                                                          |
|                              | Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001)                                | Introduz o princípio da função socioambiental da propriedade e instrumentos urbanísticos que podem ser utilizados para induzir padrões construtivos mais sustentáveis.                                                                                                        |
|                              | Política Nacional de Eficiência Energética (Lei nº 10.295/2001)        | Estabelece o uso racional de energia e fundamenta regulamentos técnicos e programas de etiquetagem com aplicação                                                                                                                                                              |

| Categoria     | Instrumento                                                       | Descrição analítica                                                                                                                                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                   | potencial às edificações.                                                                                                                                                                                 |
|               | Política Nacional de Resíduos Sólidos — PNRS (Lei nº 12.305/2010) | Define diretrizes para gestão de resíduos sólidos, logística reversa e resíduos da construção e demolição (RCD), com impactos diretos no setor construtivo.                                               |
|               | Código Florestal (Lei nº 12.651/2012)                             | Regula o uso do solo, áreas de preservação permanente e reservas legais, com efeitos indiretos sobre expansão urbana, ocupação territorial e projetos imobiliários.                                       |
|               | Decreto nº 9.073/2017                                             | Internaliza no ordenamento jurídico brasileiro os compromissos assumidos no Acordo de Paris, reforçando o alinhamento das políticas nacionais às metas climáticas internacionais.                         |
|               | PBE Edifica / Etiquetagem ENCE (Eletrobras-Procel / Inmetro)      | Programa atualmente voluntário de etiquetagem de eficiência energética de edificações, com avaliação de envoltória, sistemas de iluminação e condicionamento. Passará a ser obrigatório a partir de 2030. |
|               | Circular SUSEP nº 666/2022                                        | Incorpora riscos climáticos à regulação do setor de seguros, ampliando a internalização dos riscos físicos e de transição associados a edificações e infraestrutura urbana.                               |
|               | Resolução CVM nº 193/2023                                         | Torna obrigatória a divulgação de informações financeiras relacionadas à sustentabilidade, alinhadas aos padrões do ISSB, com efeitos indiretos sobre decisões de investimento no setor imobiliário.      |
| Financiamento | Fundo Nacional sobre                                              | Fundo público vinculado ao Ministério do                                                                                                                                                                  |



| <b>Categoria</b> | <b>Instrumento</b>                                                                                  | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Mudança do Clima —<br>FNMC / Fundo Clima                                                            | Meio Ambiente, destinado a apoiar projetos, estudos e empreendimentos de mitigação e adaptação climática, inclusive em eficiência energética e infraestrutura urbana.                                                                                               |
|                  | Programa Minha Casa Minha Vida —<br>MCMV (com requisitos de eficiência energética a partir de 2030) | Principal política habitacional brasileira. A incorporação de requisitos mínimos de eficiência energética a partir de 2030, prevista na regulamentação dos Índices Mínimos, representa potencial vetor de transformação do parque habitacional de interesse social. |
|                  | Financiamentos verdes — BNDES, Caixa Econômica Federal                                              | Linhas de crédito e financiamento para projetos de eficiência energética, energia renovável e construção sustentável. Atuam como mecanismos complementares ao SBCE para reduzir barreiras financeiras ao retrofit e à construção de baixo carbono.                  |

Fonte: Elaboração própria, com base na legislação ambiental e climática brasileira vigente.

Esse percurso evidencia um paradoxo central da governança climática brasileira no período analisado: embora o país tenha construído uma base jurídica ampla e relativamente sofisticada até 2020, sua efetividade no enfrentamento das emissões urbanas e do ambiente construído permaneceu condicionada à fragmentação institucional e à ausência de instrumentos integrados capazes de articular política climática, regulação urbana e normas técnicas de desempenho. A superação desses limites constitui o pano de fundo para as mudanças institucionais observadas a partir de 2021, analisadas na seção seguinte.

#### 4.1.1 As contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) brasileiras: evolução, ambição e desafios de implementação

No âmbito do Acordo de Paris, as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) constituem o principal mecanismo por meio do qual os Estados traduzem compromissos globais em metas domésticas de mitigação e adaptação. No caso brasileiro, as NDCs assumem papel estratégico porque conectam a política climática nacional ao regime internacional, conferindo direcionalidade às políticas setoriais e justificando a criação de instrumentos capazes de viabilizar sua implementação.

A primeira NDC brasileira, apresentada em 2015, adotou metas absolutas de redução de emissões em relação aos níveis de 2005 (37% até 2025 e 50% até 2030), opção que conferiu ao país posição relevante no regime climático internacional. Essa escolha refletiu tanto a estrutura das emissões nacionais quanto a existência de políticas públicas previamente consolidadas, especialmente nos setores florestal e energético (Viola & Franchini, 2018).

Contudo, a implementação dessas metas mostrou-se dependente de capacidade institucional, continuidade administrativa, financiamento e mecanismos de monitoramento capazes de transformar compromissos internacionais em ação doméstica efetiva.

As revisões posteriores da NDC brasileira evidenciaram a fragilidade desse processo. As atualizações submetidas em 2020 e 2021 mantiveram os percentuais formais de redução, mas alteraram parâmetros metodológicos e bases de cálculo, elevando o orçamento absoluto de emissões permitido para 2025 e 2030 e produzindo questionamentos quanto à redução efetiva da ambição climática (Azevedo *et al.*, 2021, Vol. 24; EMBRAPA, 2022).

Esse movimento tem sido interpretado pela literatura como caso de *backsliding* normativo, associado à ausência de mecanismos internos robustos que vinculem compromissos internacionais ao planejamento orçamentário, à regulação setorial e à fiscalização ambiental (Azevedo *et al.*, 2021, Vol. 24).

A partir de 2023, observa-se nova inflexão na política climática brasileira, com a retomada da agenda ambiental federal e a atualização das metas nacionais. A NDC revisada reafirma a meta de redução de emissões e o compromisso de neutralidade climática até meados do século, incorporando de forma mais explícita temas como justiça climática, transição justa e integração entre políticas climáticas, sociais e territoriais, articulando-se a instrumentos internos como o Plano Clima e a revisão da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Brasil, 2024).

Do ponto de vista analítico, essa evolução mostra que as NDCs não devem ser tratadas apenas como compromissos diplomáticos, mas como nós de um arranjo institucional mais

amplo, que conecta metas internacionais a políticas fiscais, setoriais e territoriais no plano doméstico.

Entretanto, a efetividade das NDCs depende da existência de instrumentos capazes de operacionalizá-las. Metas nacionais, ainda que juridicamente e politicamente relevantes, não produzem efeitos automáticos sobre decisões de investimento, padrões construtivos, escolha de materiais ou planejamento urbano.

Para setores como o ambiente construído, a tradução das NDCs exige instrumentos intermediários: normas de desempenho, políticas urbanas, critérios de financiamento, mecanismos de MRV e sinais econômicos previsíveis. É nesse espaço de mediação institucional que se insere o SBCE, não como solução isolada, mas como parte de um arranjo mais amplo de implementação climática.

#### 4.2 CONSOLIDAÇÃO DA GOVERNANÇA ECONÔMICA E CLIMÁTICA (2021–2025)

A partir da década de 2020, a política climática brasileira passa por um deslocamento relevante em direção a uma lógica de economia política do clima. Essa mudança consiste na incorporação progressiva dos riscos climáticos e dos custos de carbono aos processos de decisão econômica, financeira e regulatória. O clima deixa de ser tratado apenas como tema ambiental e passa a integrar a agenda de estabilidade financeira, planejamento público, gestão de riscos e alocação de capital.

Esse movimento é coerente com a literatura internacional sobre riscos climáticos sistêmicos, que identifica os riscos físicos e de transição como fatores materiais para empresas, investidores, seguradoras e instituições financeiras (TCFD, 2017; CVM, 2023). Em setores caracterizados por ativos de longa vida útil, como edificações e infraestrutura urbana, essa internalização é particularmente relevante, pois decisões tomadas no presente tendem a produzir trajetórias de emissões e vulnerabilidades por décadas.

No campo regulatório do mercado de capitais, a Resolução CVM n.º 193/2023, alinhada aos padrões do ISSB (IFRS S1 e S2) e às recomendações da TCFD, estabeleceu a obrigatoriedade de divulgação de informações financeiras relacionadas à sustentabilidade, exigindo transparência sobre governança climática, estratégia, gestão de riscos e métricas de emissões. Ao reconhecer formalmente o risco climático como risco financeiro material, a norma desloca a temática ambiental do campo da responsabilidade social voluntária para o núcleo da governança corporativa e da alocação de capital.

Para o setor de edificações, esse mecanismo é particularmente relevante: empreendimentos com alta intensidade de carbono operacional ou incorporado passam a figurar como ativos de maior risco regulatório e de transição, pressionando incorporadoras, fundos imobiliários e instituições financeiras a internalizar critérios de desempenho ambiental já na estruturação financeira dos projetos.

Essas iniciativas indicam que a política climática passa a operar também por meio de mecanismos de informação, risco e reputação. Ao exigir divulgação de métricas, estratégias e governança associadas à sustentabilidade, a regulação financeira cria incentivos para que empresas e investidores incorporem a variável climática em suas decisões. A mudança é relevante porque amplia os canais de indução da política climática para além da regulação ambiental clássica, aproximando-a dos mercados de crédito, seguros, capitais e investimento imobiliário.

A Taxonomia Sustentável Brasileira representa outro passo relevante na consolidação dessa governança econômica. Ao estabelecer critérios técnicos para identificar atividades, ativos e projetos sustentáveis, a taxonomia busca reduzir assimetrias de informação, mitigar riscos de *greenwashing* e orientar fluxos de capital para atividades alinhadas a objetivos climáticos, ambientais e socioeconômicos. Sua importância para esta pesquisa está menos na descrição de seus critérios específicos e mais em sua função sistêmica: criar uma linguagem comum entre política climática, regulação financeira e investimento privado.

No plano da política pública, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima exerce papel complementar ao disponibilizar recursos para projetos de mitigação e adaptação. Sua arquitetura, combinando recursos reembolsáveis e não reembolsáveis, permite apoiar tanto investimentos em infraestrutura e eficiência energética quanto estudos, projetos e capacidades institucionais. Embora não substitua instrumentos regulatórios, o Fundo Clima contribui para reduzir barreiras financeiras e viabilizar a implementação de políticas compatíveis com as metas climáticas nacionais.

No plano da política pública climática, esse processo foi acompanhado pelo amadurecimento do arcabouço regulatório da precificação de carbono. O Decreto nº 11.075/2022 (Brasil, 2022), embora posteriormente revogado, desempenhou papel relevante de sinalização regulatória, ao induzir setores intensivos em emissões a estruturar inventários, sistemas de monitoramento e capacidades internas de gestão climática. Evidências internacionais indicam que esse tipo de aprendizado institucional é condição necessária, ainda

que não suficiente, para a credibilidade e a eficácia de instrumentos de mercado de carbono (Ellerman *et al.*, 2016).

Exemplo desse processo foi a constituição de iniciativas setoriais voluntárias no âmbito da construção e incorporação imobiliária, que passaram a mobilizar empresas para a elaboração de inventários de emissões. Tais iniciativas não configuram, por si só, evidência de redução de emissões, mas indicam a difusão progressiva da agenda climática em setores tradicionalmente caracterizados por emissões difusas e elevada fragmentação decisória.

Exemplo concreto desse aprendizado institucional foi a constituição da Aliança pela Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa, no setor de construção e incorporação imobiliária, envolvendo entidades como ABRAINC, SECOVI e SINDUSCON, que passaram a mobilizar suas associadas para a elaboração de inventários de emissões. Esse movimento evidencia a difusão progressiva da agenda climática em setores tradicionalmente caracterizados por emissões difusas e elevada fragmentação decisória (ABRAINC, 2022). Esse percurso culmina, em 2024, com a aprovação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (Lei nº 15.042/2024), tratado nesse Capítulo.

O Plano Clima 2024-2035 reforça esse movimento ao buscar articular estratégias nacionais de mitigação e adaptação com planos setoriais (Figuras 4 e 5). A inclusão do eixo “Cidades” nos campos de mitigação e adaptação é especialmente relevante, pois reconhece que a transição climática brasileira depende da integração entre política nacional, planejamento urbano, infraestrutura, habitação e ambiente construído. Ainda assim, sua efetividade dependerá da capacidade de transformar diretrizes estratégicas em instrumentos vinculantes, mecanismos de financiamento e critérios de monitoramento territorializados.

Figura 4 — Plano Clima 2024-2035



Fonte: Plano Clima 2024-2035 (Brasil 2024).

Figura 5 — Planos setoriais de Adaptação e Mitigação



Fonte: Plano Clima 2024-2035 (Brasil 2024).

Em conjunto, esses instrumentos indicam uma mudança qualitativa na governança climática brasileira. O país passa a dispor de um conjunto mais diversificado de mecanismos econômicos e financeiros, capaz de dialogar com mercados, investidores e agentes produtivos. Contudo, a existência desses instrumentos não elimina os desafios de coordenação. Como apontam Howlett (2011) e Jordan *et al.* (2018), *policy mixes* eficazes exigem coerência entre objetivos, instrumentos e capacidades institucionais. No caso brasileiro, essa coerência ainda é parcial, especialmente quando se considera a interface entre política climática nacional e políticas urbanas locais.

No campo das políticas urbanas e habitacionais, observa-se movimento convergente de incorporação da agenda climática. O Programa Minha Casa Minha Vida, em sua versão revisada pela Lei nº 14.620/2023 (Brasil, 2023) e regulamentado pelas Portarias nº 725/2023 e nº 489/2025 (Brasil, 2023; Brasil, 2025), passou a incorporar requisitos explícitos de sustentabilidade ambiental, eficiência energética, qualidade urbana e localização estratégica na produção de habitação de interesse social. Essa reconfiguração desloca a política habitacional de uma abordagem centrada exclusivamente no déficit quantitativo para um modelo que integra inclusão social, desempenho ambiental e resiliência urbana.

Ao articular redução de emissões, adaptação climática e justiça social, o programa transforma a política habitacional em vetor estratégico da transição climática, ampliando o papel do Estado na indução de padrões construtivos mais eficientes e resilientes no segmento residencial popular. Tal abordagem converge com a literatura internacional, que destaca a centralidade das políticas públicas de moradia na redução das desigualdades socioambientais e na implementação concreta da agenda climática em contextos urbanos marcados por vulnerabilidades estruturais (Brasil, s.d.).

A análise da governança climática brasileira revela avanços importantes, mas também limites estruturais para sua aplicação a setores difusos. O ambiente construído exemplifica esse desafio. Diferentemente de setores industriais com fontes concentradas de emissão, edificações envolvem uma cadeia extensa e fragmentada de agentes: produtores de materiais, incorporadoras, construtoras, projetistas, proprietários, usuários, instituições financeiras, governos locais e órgãos reguladores. As decisões que determinam seu desempenho climático ocorrem em múltiplas etapas, desde o planejamento urbano e a escolha de materiais até a operação e manutenção dos edifícios.

Essa configuração dificulta a incidência direta de instrumentos tradicionais de precificação. Ainda que o SBCE venha a regular setores intensivos em emissões, seus efeitos

sobre edificações tendem a depender de canais indiretos, como preços relativos de insumos, critérios de financiamento, exigências técnicas e políticas urbanas. Por essa razão, a literatura sobre descarbonização do ambiente construído enfatiza que mercados de carbono precisam ser articulados a normas de desempenho, avaliação de ciclo de vida, códigos de construção, instrumentos urbanísticos e mecanismos financeiros redistributivos (Ürge-Vorsatz *et al.*, 2020; IPCC, 2022).

No caso brasileiro, três limites institucionais merecem destaque. O primeiro é a fragmentação federativa. A União concentra competências relevantes sobre política climática nacional, mercado de carbono, regulação financeira e normas gerais, enquanto municípios detêm instrumentos centrais de política urbana, uso do solo, licenciamento edilício e códigos de obras. A ausência de mecanismos robustos de coordenação entre essas escalas limita a capacidade de traduzir metas nacionais em transformações territoriais concretas.

O segundo limite refere-se à insuficiência de sistemas setoriais de mensuração, relato e verificação aplicáveis ao ambiente construído. Embora o país tenha avançado em inventários nacionais e em metodologias para setores regulados, ainda persistem lacunas na padronização de dados sobre carbono incorporado, desempenho operacional, emissões de materiais e ciclo de vida das edificações. Sem dados comparáveis e verificáveis, torna-se difícil converter metas climáticas em critérios normativos, instrumentos financeiros ou obrigações regulatórias aplicáveis ao setor.

O terceiro limite diz respeito à dimensão distributiva da transição climática. A internalização de custos ambientais pode produzir ganhos de eficiência e inovação, mas também pode gerar efeitos regressivos se os custos forem simplesmente repassados ao preço final de bens essenciais, como moradia, infraestrutura e serviços urbanos.

A literatura brasileira sobre justiça ambiental e justiça climática alerta que políticas ambientais podem reproduzir desigualdades quando não incorporam salvaguardas sociais, participação pública e mecanismos redistributivos. No setor de edificações, essa preocupação é particularmente relevante em razão do déficit habitacional, da informalidade urbana e da desigualdade no acesso a moradia adequada.

Esses limites não anulam os avanços recentes da governança climática brasileira, mas indicam que sua efetividade dependerá da capacidade de articulação entre instrumentos. A precificação de carbono pode criar um sinal econômico relevante; a regulação técnica pode traduzir esse sinal em padrões de desempenho; os instrumentos financeiros podem reduzir barreiras de investimento; e as políticas urbanas podem territorializar a transição climática.



Sem essa combinação, há risco de que a política climática permaneça concentrada em setores diretamente regulados, com baixa capacidade de transformação sobre o ambiente construído.

#### 4.3 OS INSTRUMENTOS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO E O SISTEMA BRASILEIRO DE EMISSÕES

A instituição do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa, por meio da Lei nº 15.042/2024, representa um marco na incorporação de instrumentos econômicos à política climática nacional. Ao adotar o modelo cap-and-trade, o SBCE introduz um sinal econômico formal para as emissões de gases de efeito estufa, alinhando o Brasil às experiências internacionais mais consolidadas, notadamente o EU ETS. Trata-se, contudo, de um instrumento ainda em fase inicial de regulamentação, cujos efeitos sobre setores caracterizados por emissões difusas, como o setor de edificações, permanecem incertos e demandam análise crítica e contextualizada.

A análise comparativa desenvolvida no capítulo 4 demonstrou que a precificação de carbono, ainda que necessária, tende a produzir efeitos limitados sobre o ambiente construído quando não articulada a instrumentos regulatórios técnicos, mecanismos de financiamento redistributivo e políticas urbanas territorialmente integradas.

Esse diagnóstico estrutura o argumento central deste capítulo: o SBCE possui potencial indutor relevante para a descarbonização das edificações, mas sua efetividade depende da construção de um policy mix coerente, cujos elementos complementares estão, em sua maior parte, ainda ausentes ou em estágio incipiente no contexto brasileiro.

Com esse propósito, o capítulo examina o SBCE a partir de três eixos analíticos. O primeiro diz respeito ao seu desenho institucional: escopo setorial, mecanismos de alocação, cobertura e maturidade regulatória. O segundo trata dos mecanismos de transmissão ao setor de edificações, com ênfase nos canais indiretos de repasse de custos sobre materiais intensivos em carbono e nas lacunas decorrentes da ausência de regulação *upstream* para o setor difuso.

O terceiro aborda os instrumentos complementares necessários para que o sinal de preço do carbono se traduza em decisões efetivas de projeto, retrofit e escolha de materiais: normas técnicas, financiamento verde, compras públicas e salvaguardas sociais. A articulação entre esses três eixos prepara o terreno para a análise empírica do setor imobiliário e o estudo de caso da cidade de São Paulo nos capítulos subsequentes.

A partir do fortalecimento da agenda climática no Brasil, especialmente com a criação da PNMC e a incorporação de compromissos internacionais como os previstos no Acordo de Paris, emergiu a necessidade de consolidar instrumentos econômicos que viabilizassem a transição para uma economia de baixo carbono. Dentre esses instrumentos, a precificação das emissões, por meio da criação de um mercado de carbono nacional, passou a ocupar lugar de destaque nas discussões técnicas e legislativas.

Inicialmente, a experiência brasileira com mecanismos de mercado se deu de forma indireta, por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, no qual o Brasil teve atuação expressiva. Como um dos países com maior número de projetos registrados, o país viabilizou a geração de milhões de créditos de carbono a partir de iniciativas em energias renováveis, captura de metano em aterros, biomassa e eficiência energética; contudo, tais créditos eram voltados ao mercado internacional, sem integração com uma política nacional estruturada de precificação de emissões (Brasil, 2017; La Rovere *et al.*, 2016).

Ao longo da década de 2010, o debate sobre um mercado doméstico de carbono ganhou espaço, especialmente diante da necessidade de articular os compromissos climáticos assumidos com instrumentos de implementação mais concretos. A própria PNMC já previa, em seu texto, a utilização de instrumentos econômicos e de mercado como parte da política de mitigação, mas a ausência de regulamentação e de diretrizes operacionais limitou sua efetividade (Brasil, 2009; La Rovere, s.d.). Em 2022, um avanço importante ocorreu com a publicação do Decreto nº 11.075, que instituiu o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SINARE), estabelecendo a base normativa para o cadastro de ativos de carbono e para a elaboração dos planos setoriais de mitigação (Brasil, 2022).

Embora tenha representado um marco organizacional relevante, o decreto possuía natureza infralegal e não atribuía caráter obrigatório à participação de empresas ou setores, limitando-se a criar um sistema de registro voluntário, tendo sido, por essa razão, revogado em 2023, pelo Decreto nº 11.550.

Paralelamente, tramitavam no Congresso Nacional diversas propostas legislativas voltadas à criação de um mercado regulado de carbono. Após um processo prolongado de negociação política e consolidação técnica, essas iniciativas culminaram na aprovação da Lei nº 15.042/2024, que institui o SBCE.

O modelo adotado estabelece um arcabouço regulatório abrangente, definindo setores obrigatoriamente regulados, limites de intensidade de emissões para cada atividade econômica

e uma fase de transição, durante a qual metas e obrigações são implementadas de forma gradual. A combinação de alocação gratuita e leilões na fase inicial do SBCE tem implicações diretas para o mecanismo de *pass-through* ao setor de edificações (Ellerman *et al.*, 2016).

Como visto no Capítulo 4, o setor da construção civil tende a sentir os efeitos econômicos do SBCE via *pass-through* de custos sobre cimento e aço, mesmo na fase de alocação predominantemente gratuita (Ce Delft; Öko-Institut, 2015).

A governança do sistema fica a cargo de uma autoridade competente responsável por monitoramento, reporte, verificação, conformidade e aplicação de penalidades, conferindo ao SBCE uma estrutura institucional alinhada às melhores práticas internacionais de mercados regulados de carbono.

Essa legislação representa o primeiro marco legal brasileiro a estruturar um mercado regulado de carbono com base no modelo *cap and trade*, semelhante aos adotados na União Europeia e na Califórnia.

Tais iniciativas compõem um ecossistema regulatório que, embora ainda fragmentado, aponta para um alinhamento progressivo com os compromissos climáticos nacionais e com a transição para uma economia de baixo carbono.

Persistem, contudo, lacunas estruturais importantes, como a insuficiente coordenação federativa entre União, estados e municípios; a existência de preços implícitos de carbono dispersos em normas setoriais e incentivos fiscais; a baixa integração entre políticas climáticas e normas de desempenho das edificações; e a ausência de um sistema robusto de MRV setorial capaz de padronizar dados de emissões em materiais, obras e operação.

À medida que o SBCE se consolida e gera um sinal de preço mais claro e previsível, ampliam-se as condições para o desenvolvimento de políticas específicas para o setor de edificações, capazes de internalizar o carbono incorporado e operacional nos códigos de construção, instrumentos urbanísticos e incentivos econômicos. Essa conexão entre a evolução da precificação e a regulação técnica das edificações constitui o ponto de transição para o capítulo seguinte.

#### **4.3.1 Estrutura e funcionamento do SBCE**

O SBCE estrutura os fundamentos para a criação e o funcionamento do mercado nacional de carbono, definindo seus instrumentos, participantes e regras de conformidade. Um de seus pilares é a instituição das Cotas Brasileiras de Emissões (CBEs), permissões

negociáveis que representam o direito de emitir determinada quantidade de GEE e que serão distribuídas aos agentes regulados conforme critérios estabelecidos em regulamentação específica.

Esses agentes deverão, então, cumprir metas de redução de emissões definidas por setor econômico, com base em critérios técnicos e prazos escalonados. A forma exata dessas metas, se expressas como limites absolutos ou padrões de intensidade de emissões, será detalhada em normas complementares, refletindo a complexidade do desenho regulatório e a necessidade de acomodar diferentes perfis produtivos.

Para assegurar transparência e integridade ambiental, o SBCE torna obrigatório o monitoramento, reporte e verificação (MRV) das emissões, utilizando metodologias padronizadas por segmento econômico.

Além das obrigações de MRV, a Lei nº 15.042/2024 prevê a criação de um órgão gestor do SBCE, a ser estabelecido na regulamentação inicial do sistema, que terá competência para definir, validar e supervisionar metodologias setoriais. Essa autoridade técnica será peça-chave para assegurar a consistência metodológica do MRV e a integridade ambiental do SBCE, atuando em conjunto com instâncias consultivas especializadas durante a fase de implementação do mercado.

Além disso, prevê-se a implantação de uma infraestrutura digital pública, responsável pelo registro das emissões, pela alocação das cotas e pela negociação das CBEs, viabilizando o funcionamento eficiente e seguro do mercado.

O sistema também contempla a possibilidade de integração com créditos de carbono voluntários ou provenientes de mecanismos internacionais, desde que observadas as diretrizes estabelecidas pelo Artigo 6 do Acordo de Paris, ampliando as opções de cumprimento e potencializando a cooperação internacional na mitigação das mudanças climáticas.

A sanção do SBCE marca uma nova fase da política climática nacional, ao finalmente introduzir um instrumento de precificação vinculante, com efeitos reais sobre os setores emissores e sobre o comportamento do mercado. Esse avanço cria condições para maior previsibilidade regulatória, alinha o Brasil às boas práticas internacionais e pode estimular a competitividade de setores produtivos brasileiros em mercados externos crescentemente exigentes em padrões de descarbonização.

Apesar de seu potencial, a efetiva implementação do SBCE exigirá forte capacidade institucional, coordenação federativa e diálogo com o setor privado. Entre os desafios, destacam-se a definição clara dos setores inicialmente obrigados, o estabelecimento de

critérios justos de alocação de CBEs, a integração com mercados estaduais e com o mercado voluntário, além do acompanhamento contínuo dos resultados ambientais gerados.

A materialização desses avanços será determinante para que o Brasil transforme seu potencial em protagonismo real na governança climática global. A Lei nº 15.042/2024, em seu Artigo 13º estabelece que empresas cujas emissões diretas ultrapassem 10.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por ano passam a ter a obrigatoriedade de apresentar relatórios anuais contendo dados consolidados sobre suas emissões e remoções.

Já aquelas que ultrapassarem o limite de 25.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente deverão, além do reporte, comprovar a titularidade de ativos equivalentes às suas emissões líquidas, como as CBEs ou os Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVEs) (art. 14). A implementação do SBCE será realizada de forma escalonada, conforme cronograma definido no artigo 25 da Lei:

Quadro 9 — Cronograma de Implementação do SBCE

| Fase                                         | Descrição                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I (12 meses, prorrogáveis por mais 12 meses) | Regulamentação do sistema e definição dos setores que serão regulados                                                                                                                                                                      |
| II (12 meses)                                | Implementação do sistema para que as empresas possam reportar suas emissões de forma padronizada e criação de uma base de dados para fiscalização do mercado                                                                               |
| III (24 meses)                               | Empresas passam a ser obrigadas a apresentar relatórios de emissões e planos de monitoramento.                                                                                                                                             |
| IV                                           | Publicação do PNA, definindo as regras de distribuição de cotas e o volume inicial disponível para o mercado e início da emissão e negociação das primeiras Cotas Brasileiras de Emissão (CBEs), com a participação das empresas reguladas |
| V                                            | Realização do primeiro leilão de CBEs. e início do mercado secundário, permitindo negociações entre as empresas.                                                                                                                           |

Fonte: A autora com base na Lei nº 15.042/2024.

Pelo cronograma das fases previstas apresentado no Quadro 9, entende-se que o prazo até a completa implementação do SBCE, gira em torno de 4 a 5 anos da publicação da referida Lei, já chegando ao ano de 2030, data-alvo para a implementação de metas de desenvolvimento sustentável da ONU, incluindo o combate às mudanças climáticas.

#### **4.3.2 Setores abrangidos, critérios de alocação e mensuração das emissões**

O SBCE nasce com a obrigatoriedade de empresas com emissões acima de 25.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por ano controlarem suas emissões, mas há limitações relevantes. Sua fase inicial exclui setores altamente emissores, como a agropecuária, responsável por aproximadamente 28% das emissões nacionais, conforme dados do SEEG (2023).

Essa exclusão gerou críticas de especialistas e organizações da sociedade civil, que apontam riscos de perda de efetividade e de criação de distorções competitivas (Folha De S.Paulo, 2024; Observatório do Clima, 2023). Ainda assim, a lei prevê expansão progressiva de cobertura, a partir da maturidade regulatória e da capacidade institucional do sistema.

O setor da construção civil e o mercado imobiliário, embora não sejam setores regulados diretamente na fase inicial, são fortemente afetados pela cadeia *upstream*. A produção de materiais intensivos em energia, particularmente cimento, aço e alumínio, figura entre as atividades mais emissoras da economia, sendo responsáveis, respectivamente, por aproximadamente 7%, 8% e 2% das emissões globais de GEE (IEA, 2023; Worrell *et al.*, 2001, Vol. 26).

No Brasil, a construção civil representa cerca de 9% das emissões territoriais indiretas, considerando seu consumo de materiais e energia (MCTI, 2022). Nesse sentido, embora o setor não seja o regulado direto, ele se insere estrategicamente no novo arranjo regulatório por meio da precificação indireta do carbono embutido nos materiais de construção.

O mercado imobiliário passa, portanto, a enfrentar um cenário em que a eficiência ambiental pode representar tanto uma exigência regulatória quanto um diferencial competitivo. Os efeitos da Lei nº 15.042/2024 espalham-se pela cadeia produtiva e tendem a influenciar custos, tecnologias e decisões de investimento, principalmente diante da tendência global de valorização de edifícios de baixo carbono (USGBC, s.d.).

Do ponto de vista institucional, a literatura sobre governança policêntrica, como destaca Ostrom (2010), mostra que arranjos híbridos, combinando regulação estatal,

incentivos econômicos e iniciativas voluntárias, tendem a produzir resultados mais robustos, especialmente em sistemas complexos como a governança climática.

No Brasil, convivem um mercado voluntário de carbono em operação há mais de uma década, baseado sobretudo em projetos de REDD+, energia renovável e práticas de agricultura regenerativa, e o novo mercado regulado ainda em implantação.

A coexistência desses dois regimes exigirá mecanismos robustos de coordenação para assegurar integridade ambiental, adicionalidade e rastreabilidade, bem como evitar dupla contagem, pontos enfatizados pela literatura recente sobre governança de mercados sob o Acordo de Paris. Nesse sentido, Schneider *et al.* (2019) destacam que a prevenção da dupla contagem é condição necessária para que mercados de carbono contribuam efetivamente para a redução global de emissões, enquanto o IC-VCM, por meio dos *Core Carbon Principles*, estabelece padrões de alta integridade que incluem adicionalidade, ausência de dupla contagem e quantificação robusta das reduções ou remoções (IC-VCM, 2023).

A estruturação de mercados de carbono não ocorre em um vácuo distributivo, e a literatura brasileira de justiça ambiental e climática evidencia que políticas ambientais podem reproduzir ou aprofundar desigualdades socioespaciais quando não incorporam salvaguardas redistributivas e participativas. A obra de referência de Acsehrad, Mello e Bezerra, “O que é justiça ambiental” (Acsehrad *et al.*, 2009), demonstra como instrumentos de gestão ambiental tendem a concentrar riscos e ônus em grupos socialmente vulneráveis quando desenhados sem a participação dessas comunidades e sem mecanismos de correção das assimetrias de poder.

Essa perspectiva distributiva torna-se ainda mais relevante quando se considera o risco de *carbon lock-in* associado às edificações: ativos imobiliários construídos hoje com padrões de alto carbono, seja pelo baixo desempenho energético operacional, seja pelo elevado carbono incorporado em materiais e sistemas, tendem a permanecer em uso por décadas, limitando as trajetórias futuras de mitigação. A literatura sobre *lock-in* aponta que edificações, pela sua longa vida útil e alta intensidade de capital, constituem um dos principais vetores de aprisionamento de configurações urbanas intensivas em emissões, sobretudo quando combinadas com padrões de mobilidade e infraestrutura baseados em combustíveis fósseis (Seto *et al.*, 2016).

No Brasil, onde a expansão do estoque edificado ainda ocorre de forma expressiva, especialmente em metrópoles como São Paulo, a inexistência de exigências obrigatórias relacionadas ao desempenho climático das novas edificações pode perpetuar padrões construtivos intensivos em carbono por décadas.

Embora o país conte com instrumentos voluntários de etiquetagem de eficiência energética em edifícios, como o PBE Edifica e os regulamentos de etiquetagem para edificações residenciais e comerciais, tais instrumentos permanecem em grande medida facultativos, com exigência obrigatória restrita a alguns edifícios públicos federais (ELETROBRAS; PROCEL, 2021).

Nessa configuração, é improvável que o SBCE, dada sua natureza gradual e foco principal em setores de maior intensidade energética, consiga, isoladamente, reverter o lock-in gerado por novas construções sem o apoio de uma regulação técnica complementar que estabeleça padrões mínimos de desempenho energético e de emissões para edificações.

#### **4.3.3 O valor do carbono e a internalização dos custos ambientais**

A precificação do carbono busca incorporar ao sistema produtivo os custos socioambientais anteriormente tratados como externalidades, internalizando os impactos ambientais associados às atividades econômicas. Esse princípio econômico foi formulado por Pigou no início do século vinte, ao defender que atividades geradoras de danos ambientais devem estar sujeitas a mecanismos de ajuste capazes de refletir socialmente esses impactos.

Nos mercados contemporâneos, a resposta a esse desafio ocorre por meio de instrumentos de precificação, sobretudo os sistemas de comércio de emissões e a tributação do carbono, que funcionam como sinalizadores econômicos aptos a influenciar padrões de investimento, decisões tecnológicas e estratégias empresariais.

A literatura especializada destaca que a eficácia desses instrumentos depende não apenas da existência de um preço para o carbono, mas também de sua previsibilidade, estabilidade e trajetória crescente ao longo do tempo, de modo a reduzir incertezas e viabilizar investimentos de longo prazo em tecnologias de baixo carbono, especialmente em setores intensivos em energia e materiais (Stiglitz & Stern, 2017; IEA, 2022).

Nesse sentido, o valor do carbono é sensível à dinâmica de oferta e demanda de permissões ou créditos no mercado, podendo apresentar elevada volatilidade caso não sejam adotados mecanismos regulatórios de estabilização. Experiências internacionais consolidadas, como a do EETU, demonstram a importância de instrumentos como leilões regulares, reservas de estabilidade de mercado e mecanismos de piso de preços para mitigar flutuações excessivas e assegurar um sinal econômico consistente.



O mercado europeu ilustra essa trajetória ao evidenciar que a elevação e a maior previsibilidade do preço do carbono têm estimulado a adoção de tecnologias de captura e armazenamento de carbono, o uso de combustíveis alternativos e o desenvolvimento de materiais com menor intensidade emissora.

O preço médio no Sistema Europeu de Comércio de Emissões evoluiu de patamares inferiores a dez euros por tonelada de dióxido de carbono equivalente em 2013 para valores superiores a sessenta euros após 2021, refletindo tanto o endurecimento progressivo do teto de emissões quanto o aprimoramento institucional do sistema, incluindo a ampliação do escopo setorial, o fortalecimento dos leilões e a implementação da Reserva de Estabilidade de Mercado (European Commission, 2023).

Essa trajetória tem sido amplamente documentada pela literatura como um fator central para a indução de investimentos em tecnologias de baixo carbono e para a previsibilidade do sinal econômico no longo prazo.

No Brasil, o valor inicial do carbono no mercado regulado deverá ser fortemente influenciado pelo rigor dos limites de emissões estabelecidos, pela abrangência setorial do sistema e pela demanda por créditos ou permissões, especialmente em sua fase inicial de implementação, conforme reconhecem análises institucionais recentes sobre o desenho do SBCE.

Estimativas prospectivas desenvolvidas por instituições como o BNDES, o IPEA e o Banco Mundial, com base em modelos de equilíbrio geral e análise de custo marginal de abatimento, simulam faixas de preço entre R\$40 e R\$150 por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente para o SBCE em seus primeiros ciclos operacionais. Essas estimativas são condicionais ao rigor do teto de emissões definido, à abrangência setorial do sistema e aos mecanismos de estabilização de preço adotados, variáveis ainda não determinadas na regulamentação inicial (World Bank, 2024; Brasil, 2020)

Para o setor de edificações, o parâmetro relevante não é o preço absoluto do carbono, mas a elasticidade do repasse nos mercados de insumos intensivos em emissões, especialmente o cimento, cujo mercado brasileiro apresenta características oligopolísticas documentadas (SNIC, 2025).

Tais valores, contudo, permanecem sujeitos a incertezas associadas ao desenho regulatório definitivo, à governança do sistema e à eventual adoção de mecanismos de estabilização de preços, como pisos ou leilões estruturados.

Para o setor imobiliário, os efeitos da precificação do carbono tendem a se materializar principalmente de forma indireta, por meio do encarecimento relativo de materiais intensivos em emissões incorporadas, com destaque para o cimento, o aço e o alumínio.

No caso do Estado de São Paulo, um estudo do Banco Interamericano de Desenvolvimento de 2015 aponta limitações estruturais relevantes, como a falta de dados atualizados de matriz insumo-produto, lacunas nos inventários de emissões e insuficiência de informações produtivas para a construção de benchmarks robustos.

De acordo com "O Estudo de Baixo Carbono para a Indústria de Cimento no Estado de São Paulo (2014–2030)" realizado pela CETESB, indica-se que, no cenário de referência, caracterizado pela ausência de políticas climáticas adicionais, as emissões de CO<sub>2</sub> do setor tenderiam a seguir uma trajetória de crescimento até 2030, em consonância com a expansão da produção e a manutenção dos padrões tecnológicos vigentes (CETESB, 2017).

A reversão dessa trajetória exige a adoção de medidas tecnológicas e de eficiência, como a redução do teor de clínquer, a substituição parcial de combustíveis fósseis e a otimização dos processos produtivos, as quais apresentam distintos custos marginais de abatimento.

A comparação desses custos com potenciais preços de carbono constitui subsídio técnico relevante para o desenho de instrumentos de precificação, ao indicar em que patamares o sinal econômico do carbono se torna capaz de induzir a adoção de tecnologias de baixo carbono no setor cimenteiro.

No contexto brasileiro, essa dinâmica de *pass-through* assume relevância distributiva particular: o déficit habitacional e a produção em larga escala de Habitação de Interesse Social (HIS) tornam o setor sensível a elevações de custo de insumos. Os mecanismos pelos quais esse risco se manifesta no mercado imobiliário paulistano e os instrumentos capazes de mitigá-lo são examinados no Capítulo 5.

Nesse sentido, a internalização do preço do carbono, se não acompanhada por mecanismos compensatórios adequados, como alocação gratuita baseada em benchmarks, políticas de compras públicas sustentáveis ou incentivos direcionados à inovação de baixo carbono, pode acarretar pressões inflacionárias regressivas, com potenciais impactos sobre a acessibilidade habitacional e a equidade socioespacial.

Assim, o desenho do SBCE deve equilibrar eficiência ambiental e justiça distributiva, articulando precificação de carbono, políticas industriais e instrumentos urbanos de modo a evitar a ampliação de desigualdades no ambiente construído.

No contexto urbano de grandes metrópoles como São Paulo, esse efeito dialoga diretamente com políticas de uso e ocupação do solo, instrumentos de planejamento urbano e exigências ambientais locais, como incentivos à eficiência energética, à redução de impactos construtivos e à qualificação ambiental das edificações.

A incorporação do custo do carbono aos insumos da construção civil tende, assim, a induzir mudanças nos critérios de projeto, na seleção de fornecedores e nas estratégias construtivas, estimulando o uso de materiais de menor intensidade emissora, soluções construtivas mais eficientes e a adoção sistemática de ferramentas de avaliação de ciclo de vida como suporte à tomada de decisão.

Esse movimento reforça a convergência entre a agenda de precificação de carbono, as políticas climáticas municipais e os instrumentos urbanísticos, contribuindo para a promoção de um ambiente construído mais resiliente, eficiente e alinhado às metas de mitigação climática.

#### **4.3.4 Instrumentos complementares à precificação de carbono na descarbonização das edificações no Brasil**

A institucionalização de instrumentos de precificação de carbono representa um avanço relevante na governança climática, ao introduzir um sinal econômico destinado à internalização dos custos associados às emissões de gases de efeito estufa.

Contudo, no setor de edificações, o desempenho climático resulta de decisões tomadas ao longo de toda a vida útil das mesmas, majoritariamente nas fases de planejamento urbano, projeto e especificação de materiais, anteriores à incidência direta dos mecanismos de mercado.

Ademais, as emissões associadas às edificações distribuem-se ao longo de todo o ciclo de vida, envolvendo tanto o consumo energético operacional quanto o carbono incorporado nos materiais e processos construtivos. Essa configuração limita a capacidade do sinal de preço do carbono de induzir, de forma isolada, transformações estruturais nos padrões construtivos e imobiliários.

Para o setor de edificações, o parâmetro relevante não é o preço absoluto do carbono, mas a elasticidade do repasse nos mercados de insumos intensivos em emissões, especialmente o cimento. O mercado brasileiro de cimento apresenta características oligopolísticas documentadas, com concentração em grandes empresas como Votorantim

Cimentos, InterCement e CSN Cimentos (SNIC, 2025), e elasticidade reduzida de repasse de custos de carbono aos preços finais (Cludius *et al.*, 2020).

Essa estrutura de mercado implica que a precificação de carbono, por si só, não garante o repasse do sinal econômico aos agentes tomadores de decisão na cadeia da construção. Além disso, a existência de instrumentos capazes de converter esse sinal econômico difuso em decisões concretas de projeto, especificação e retrofit é essencial para a efetividade da política climática no setor (Escola Nacional De Administração Pública (ENAP), 2020).

Identificar quais são esses instrumentos, em que condições eles atuam de forma coerente com a precificação e com que efetividade operam no contexto brasileiro e paulistano, é o objeto dos capítulos seguintes.

Este capítulo examina o arcabouço de instrumentos complementares disponíveis no contexto brasileiro e paulistano: regulação técnica, políticas urbanas, avaliação de ciclo de vida, certificações ambientais e instrumentos de adaptação climática, identificando avanços, lacunas e pontos de articulação possível com o SBCE.

A análise parte das categorias geradas pela experiência comparada internacional e as projeta sobre a realidade normativa e territorial de São Paulo, com o objetivo de mapear onde o sinal econômico do carbono encontra, ou não encontra, estrutura institucional capaz de convertê-lo em transformação concreta no ambiente construído.

Ao enfatizar essa lógica de complementaridade, o capítulo reforça a hipótese central da dissertação de que a descarbonização do setor de edificações exige um portfólio articulado de políticas públicas, especialmente em contextos urbanos complexos como o da cidade de São Paulo, preparando o terreno analítico para a avaliação empírica desenvolvida nos capítulos subsequentes.

#### 4.3.5 Normas e padrões técnicos

A agenda de descarbonização das edificações está diretamente vinculada ao avanço e à consolidação de normas técnicas que orientam critérios mínimos de desempenho, eficiência energética, avaliação do ciclo de vida e contabilização das emissões de carbono.

Diferentemente dos instrumentos regulatórios, que estabelecem obrigações legais e sanções, as normas técnicas estruturam metodologias, parâmetros de desempenho e boas

práticas que funcionam como referência para o desenvolvimento de projetos, especificações construtivas e processos de gestão ao longo do ciclo de vida das edificações.

Em escala global e nacional, observa-se a formação de um arcabouço normativo técnico que influencia desde a concepção arquitetônica e a escolha de materiais até a operação e a gestão energética dos edifícios, desempenhando papel central na operacionalização da transição para um ambiente construído de menor intensidade de carbono.

No Brasil, a consolidação de normas técnicas orientadas ao desempenho das edificações teve como marco a publicação da versão vigente da ABNT NBR 15.575: Edificações Habitacionais: Desempenho, em 2013 (ABNT, 2013), resultado de um longo processo que remonta aos primeiros estudos sobre o tema, em 2000, por iniciativa da Caixa Econômica Federal e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), e a uma primeira edição submetida à consulta pública em 2007, postergada até sua publicação definitiva (CAU/BR, 2015).

Embora não constitua norma climática nem instrumento regulatório de emissões, a NBR 15.575 estabelece requisitos mínimos de desempenho térmico, acústico, lumínico, estrutural e de durabilidade, contribuindo apenas de forma indireta para a redução do carbono operacional ao exigir melhor desempenho da envoltória e condições adequadas de conforto ambiental.

É precisamente nessa abordagem que residem seus limites como instrumento de descarbonização. A norma aborda o desempenho térmico sob a ótica do conforto do usuário, e não da redução de emissões: não mensura, não contabiliza e não precifica o carbono associado à operação ou à construção das edificações.

Seu alcance restringe-se ao carbono operacional, e ainda assim como subproduto da eficiência da envoltória, deixando de fora o carbono incorporado dos materiais e sistemas construtivos. Como norma técnica de cumprimento obrigatório, porém desprovida de mecanismo econômico, a NBR 15.575 exemplifica a fragmentação dos instrumentos brasileiros que tangenciam a descarbonização edilícia sem integrá-la a uma lógica de precificação, lacuna que reforça a necessidade de um *policy mix* capaz de articular norma de desempenho, regulação e sinal de preço de carbono no ambiente construído.

Em cidades como São Paulo, a observância das normas técnicas torna-se juridicamente exigível no âmbito do licenciamento edilício. A Lei nº 16.642/2017, que institui o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo, estabelece que os projetos devem ser elaborados em conformidade com as normas técnicas brasileiras aplicáveis, atribuindo ao

projetista e aos demais responsáveis técnicos a responsabilidade por seu atendimento. Assim, embora as normas técnicas não possuam natureza regulatória em sentido estrito, sua observância passa a ser obrigatória por força da legislação urbanística e edilícia local, reforçando sua centralidade na prática profissional e no controle da qualidade e do desempenho ambiental das edificações (São Paulo, 2017).

No campo da eficiência energética e da gestão do consumo, destaca-se a adoção da ABNT NBR ISO 50.001, que define requisitos para sistemas de gestão de energia orientados à melhoria contínua do desempenho energético, aplicável a edificações, indústrias e organizações de diferentes setores (ABNT, 2018). Essa norma fortalece a articulação entre planejamento, monitoramento, medição e eficiência energética, estabelecendo bases metodológicas para a redução de emissões associadas ao consumo energético ao longo da operação dos edifícios.

Complementarmente, as normas ABNT ISO 14040 e ABNT ISO 14044 constituem o núcleo metodológico da Avaliação do Ciclo de Vida, ao definirem princípios, estrutura e procedimentos para a identificação e quantificação dos impactos ambientais associados a produtos, processos e serviços ao longo de todo o seu ciclo de vida (ABNT, 2009; ABNT, 2009).

Essas normas são amplamente reconhecidas como referência para a mensuração do carbono incorporado na construção civil, fornecendo suporte técnico para decisões relacionadas à seleção de materiais, tecnologias construtivas e estratégias de projeto. Com foco específico no setor da construção, a ABNT ISO 21931-1 complementa esse arcabouço ao estabelecer um quadro metodológico para a avaliação do desempenho ambiental de edificações e obras de infraestrutura, incorporando a Avaliação do Ciclo de Vida como elemento central de análise (ABNT, 2020).

No plano internacional, destacam-se ainda os referenciais técnicos desenvolvidos pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. A norma ASHRAE 90.1 constitui um dos padrões mais difundidos para eficiência energética em edificações comerciais e de serviços, estabelecendo requisitos mínimos para envoltória, iluminação, sistemas de climatização e comissionamento (ASHRAE, 2019).

Embora amplamente utilizada como benchmark internacional, sua aplicação no contexto brasileiro demanda processos de harmonização normativa e adaptação às condições climáticas locais, de modo a evitar a simples transposição de parâmetros concebidos para realidades climáticas distintas. Nesse sentido, a convergência entre normas internacionais e o

sistema normativo brasileiro deve considerar aspectos como zoneamento bioclimático, padrões construtivos locais e características socioeconômicas, assegurando que a incorporação de referenciais globais contribua efetivamente para a descarbonização das edificações no contexto nacional.

#### 4.3.5.1 As certificações ambientais e etiquetagem das edificações

As certificações ambientais de edificações têm se difundido no Brasil como instrumentos estratégicos para promover práticas construtivas mais eficientes, sustentáveis e alinhadas às metas de descarbonização urbana. Esses sistemas estabelecem padrões superiores aos requisitos legais mínimos, orientando o setor da construção civil na adoção de soluções que reduzem emissões operacionais e incorporadas, otimizam o uso de recursos e melhoram o desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida das edificações.

Entre as certificações mais utilizadas no país, destacam-se LEED, AQUA-HQE e EDGE, além de instrumentos nacionais como o Selo Procel Edificações e o Selo Azul da Caixa. Embora tenham alcances e metodologias distintas, esses sistemas convergem ao incentivar melhores práticas projetuais e construtivas, fortalecer a governança ambiental e ampliar a transparência sobre o desempenho das edificações.

A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), desenvolvida pelo *U.S. Green Building Council*, é a mais difundida no Brasil. No ranking global de 2024, o país ocupou a 9ª posição em área certificada e liderou a América Latina em número de projetos, com 125 empreendimentos LEED certificados no ano, crescimento de cerca de 5% sobre 2023 (USGBC; GBC Brasil, 2025).

O AQUA-HQE, por sua vez, é a adaptação brasileira da certificação francesa *Haute Qualité Environnementale*, coordenada pela Fundação Vanzolini. O sistema avalia o desempenho ambiental global por meio de critérios integrados de gestão, qualidade ambiental do edifício e análise de ciclo de vida. Até setembro de 2023, o país contabilizava 927 edifícios certificados, totalizando cerca de 16,3 milhões de m<sup>2</sup>, com presença expressiva no setor residencial (Fundação Vanzolini, 2023).

A certificação EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*), desenvolvida pela *International Finance Corporation* (IFC), destaca-se pela abordagem simplificada e orientada a mercados emergentes, exigindo reduções mínimas de 20% nos consumos de energia, água e energia incorporada em materiais. No Brasil, mais de 53 projetos já foram

certificados, totalizando cerca de 1 milhão de m<sup>2</sup>, e o pipeline atualizado supera 1,6 milhão de m<sup>2</sup>. Essa certificação tem sido particularmente relevante para habitação social e empreendimentos financiados por instituições multilaterais (IFC, 2021).

Entre os instrumentos nacionais, no campo habitacional, o Selo Azul da Caixa constitui importante ferramenta para promover sustentabilidade socioambiental em empreendimentos financiados pela Caixa Econômica Federal. Seus critérios abrangem eficiência energética, gestão da água, qualidade ambiental interna, responsabilidade social e práticas construtivas sustentáveis. O selo tem contribuído para incorporar parâmetros ambientais em larga escala, sobretudo na habitação de interesse social, aproximando o setor habitacional das diretrizes contemporâneas de sustentabilidade (CEF, 2024).

Associado às certificações, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE Edifica) desempenha papel central na política nacional de eficiência energética. Coordenado pelo Inmetro, em parceria com o Ministério de Minas e Energia e o Procel, o programa estabelece critérios de avaliação da eficiência energética para edificações comerciais, públicas, de serviços (RTQ-C) e residenciais (RTQ-R).

A classificação é realizada por meio da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), que varia de A a E e considera o desempenho da envoltória, da iluminação e dos sistemas de climatização ou aquecimento de água. Embora atualmente obrigatório apenas para edificações públicas federais, conforme a Instrução Normativa SLTI/MPOG nº 2/2014, que exige ENCE “A” em novos projetos e reformas relevantes, o programa avança rumo à obrigatoriedade gradual (Brasil, 2014).

Nesse sentido, a Resolução CGIEE nº 4/2025 estabelece índices mínimos obrigatórios de eficiência energética para novas edificações residenciais, comerciais, públicas e de serviços, com prazos escalonados conforme tipologia e porte municipal, e regras específicas para o estado do Rio Grande do Sul a partir de 1º de janeiro de 2028. A Resolução nº 5/2025, por sua vez, define as diretrizes de governança e operacionalização do programa, consolidando a transição para um modelo regulatório mais robusto (PBE Edifica, 2025).

Essas iniciativas combinadas demonstram que, apesar do crescimento expressivo das certificações ambientais no país, sua adoção permanece concentrada em empreendimentos corporativos e de maior padrão construtivo, sobretudo em grandes centros urbanos.

Estimativas indicam que cerca de 30% das edificações certificadas se concentram na cidade de São Paulo, revelando desigualdades territoriais na distribuição dos benefícios associados à construção sustentável (GBC Brasil, 2024). Certificações nacionais voltadas ao



setor habitacional, como o Selo Azul, e políticas de etiquetagem obrigatória podem desempenhar papel fundamental na democratização desses benefícios.

Em síntese, as certificações ambientais e os instrumentos de etiquetagem constituem um conjunto articulado de ferramentas essenciais para a transição a edifícios de baixo carbono. Ao definirem parâmetros mais ambiciosos de desempenho, promoverem a redução de emissões e estimularem a inovação tecnológica, esses sistemas contribuem para o alinhamento do setor da construção civil às metas climáticas nacionais e globais, fortalecendo a agenda de cidades sustentáveis e resilientes no Brasil.

#### 4.3.6 Instrumentos urbanísticos e de planejamento

Os instrumentos de política urbana e de planejamento territorial exercem papel estruturante na dinâmica das emissões diretas e indiretas das cidades, ao condicionarem a organização espacial, os padrões de mobilidade, o consumo energético e a inserção das edificações no território.

Organismos internacionais vinculados ao sistema das Nações Unidas têm destacado que decisões de uso do solo, densidade urbana e forma urbana são determinantes para o desempenho climático das cidades, uma vez que influenciam simultaneamente emissões do setor de edificações, transporte e infraestrutura urbana (UN- Habitat, 2022; IPCC, 2022).

Diferentemente de instrumentos econômicos de precificação, os instrumentos urbanísticos atuam de maneira estrutural e de longo prazo, moldando trajetórias de emissões que se consolidam ao longo do tempo.

Normas de uso e ocupação do solo, códigos de obras e planos diretores definem parâmetros urbanísticos como densidade, coeficientes de aproveitamento, gabaritos e usos permitidos, influenciando diretamente a proximidade entre moradia, trabalho e serviços, a viabilidade do transporte coletivo e ativo e, consequentemente, as emissões associadas aos deslocamentos urbanos.

Relatórios das Nações Unidas indicam que cidades mais compactas, com uso misto do solo e sistemas de transporte integrados, tendem a apresentar menores emissões per capita e maior eficiência energética urbana, ao reduzirem a dependência do transporte individual motorizado e a expansão urbana dispersa (UN- Habitat, 2022).

Além dos impactos sobre mobilidade e infraestrutura, o planejamento urbano influencia o microclima local e o desempenho ambiental das edificações, ao regular aspectos

como permeabilidade do solo, áreas verdes, orientação das construções e padrões de ocupação dos lotes.

O IPCC reconhece que tais elementos são fundamentais para a mitigação de ilhas de calor urbano, para o aumento do conforto térmico passivo e para a redução da demanda energética por climatização, estabelecendo uma relação direta entre desenho urbano, eficiência energética e emissões operacionais ao longo do ciclo de vida das edificações (IPCC, 2022).

No contexto brasileiro, os instrumentos de política urbana encontram fundamento jurídico no Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que orienta o planejamento urbano a partir do cumprimento da função social da propriedade e da cidade, abrindo espaço para a incorporação de objetivos ambientais e climáticos nos planos diretores municipais (Brasil, 2001).

Em grandes metrópoles como São Paulo, o Plano Diretor Estratégico e sua revisão mais recente incorporam diretrizes associadas à mitigação das emissões urbanas, como o adensamento orientado ao transporte coletivo, a promoção do uso misto do solo e a qualificação ambiental dos empreendimentos, em consonância com a Política Municipal de Mudança do Clima e com o PlanClima SP (São Paulo, 2009; São Paulo, 2021).

Dessa forma, os instrumentos urbanísticos e de planejamento territorial configuram-se como instrumentos indiretos, porém fundamentais, de descarbonização urbana. Ao articular parâmetros urbanísticos, normas edilícias e diretrizes climáticas, o planejamento urbano transcende sua função tradicional de ordenamento do espaço e passa a atuar como vetor estratégico da transição climática, contribuindo para a redução estrutural das emissões, para a eficiência energética do ambiente construído e para a promoção de cidades mais resilientes, inclusivas e alinhadas aos compromissos climáticos nacionais e internacionais.

#### 4.3.7 Instrumentos financeiros e de mercado

No setor da construção, a descarbonização está diretamente condicionada à capacidade de mobilizar investimentos para a modernização das edificações existentes e para a incorporação de tecnologias de baixa emissão em novos projetos. Assim, a OECD e a Comissão Europeia destacam o papel dos instrumentos financeiros na redução das barreiras econômicas à adoção dessas soluções, especialmente por meio da ampliação do crédito e da redução dos custos de financiamento (European Commission, 2021; OECD, 2023).

No Brasil, esses instrumentos vêm se consolidando de forma gradual, articulando-se progressivamente à agenda nacional de precificação de carbono inaugurada pelo SBCE e à política de eficiência energética em edificações. Nesse contexto, a Taxonomia Sustentável Brasileira, instituída pelo Decreto nº 12.705/2025, representa o elo mais estratégico entre o mercado regulado de carbono e o financiamento do setor imobiliário (Brasil, 2025).

Ao definir critérios técnicos objetivos para classificar quais atividades econômicas, inclusive na construção civil, são elegíveis para financiamento verde, a Taxonomia cria um canal de transmissão do sinal do SBCE ao mercado de capitais: projetos de edificações alinhados às suas diretrizes tendem a acessar crédito com custo de capital reduzido, enquanto atividades de alta intensidade carbônica ficam progressivamente excluídas das carteiras de financiamento sustentável (GVces, 2023).

Esse mecanismo opera de forma complementar ao encarecimento dos insumos de alta emissão, pois atua pelo lado do incentivo positivo ao investimento limpo, configurando um duplo sinal econômico sobre o setor: custo maior para construir com alto carbono e crédito mais barato para construir com baixo carbono.

Entre as principais ferramentas já disponíveis, destaca-se o crédito imobiliário verde, que vem ganhando relevância crescente no mercado financeiro nacional. Instituições como Caixa Econômica Federal, Santander, Bradesco e Itaú oferecem linhas de financiamento com condições diferenciadas para empreendimentos que atendem a critérios de eficiência energética, reduzem impactos ambientais ou possuem certificações reconhecidas, tais como LEED, AQUA-HQE e EDGE.

A Taxonomia Sustentável Brasileira tende a ampliar e padronizar esse segmento ao substituir os critérios fragmentados e autodeclaratórios atualmente adotados pelas instituições financeiras por parâmetros técnicos uniformes definidos pelo poder público, reduzindo o risco de greenwashing e conferindo maior segurança jurídica aos investidores (GVces, 2023; Brasil, 2025).

Outro instrumento de destaque são os títulos verdes, que se consolidaram no Brasil como importante fonte de financiamento para projetos do setor imobiliário. De acordo com a Climate Bonds Initiative (2023), o país já ultrapassou dez bilhões de dólares em emissões acumuladas de títulos verdes e sustentáveis, com participação crescente de incorporadoras, fundos imobiliários e instituições financeiras.

Esses instrumentos seguem critérios internacionais consolidados, como os *Green Bond Principles* da *International Capital Market Association* (ICMA), que exigem transparência no

uso dos recursos e comprovação de benefícios ambientais. No setor de edificações, os títulos têm sido utilizados para financiar projetos certificados, retrofit de eficiência energética, sistemas de energia solar e melhorias em desempenho térmico e lumínico.

Além da emissão de títulos verdes tradicionais, cresce o uso de instrumentos como os *Sustainability Linked Bonds* (SLBs), que vinculam a redução de custos financeiros ao cumprimento de Metas de Desempenho de Sustentabilidade (SPTs) predefinidas. Esse modelo tem atraído empresas do setor imobiliário que buscam melhorar seu perfil ESG global sem a necessidade de destinar recursos exclusivamente a projetos elegíveis. Essa flexibilidade estrutural tem sido fundamental para ampliar o alcance e a diversificação setorial desses mecanismos no mercado brasileiro (Climate Bonds Initiative, 2024; International Capital Market Association, 2023).

Os incentivos fiscais constituem outro componente importante do ecossistema financeiro para edificações sustentáveis. Diversos municípios brasileiros implementaram programas como o IPTU Verde, que concede descontos no imposto predial para edificações que adotem medidas como sistemas de energia solar, captação de água de chuva, telhados verdes e eficiência energética.

Cidades como Salvador, Guarulhos, Aracaju e Palmas possuem legislações específicas que estimulam práticas sustentáveis no ambiente urbano, valendo-se, sobretudo, da extrafiscalidade tributária por meio de programas como o 'IPTU Verde'. Embora ainda fragmentados, esses programas revelam uma atenção crescente à integração entre instrumentos urbanísticos, eficiência energética e políticas públicas de sustentabilidade (Francisco Toniolo de & Cláudia Tannus Gurgel do, 2020).

No campo federal, destacam-se programas e fundos públicos voltados ao financiamento da transição e eficiência energética. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) opera o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) e linhas de crédito estruturadas, como o BNDES FINEM, que apoiam projetos de geração renovável e melhorias de desempenho energético em edificações comerciais e industriais (BNDES, 2022).

A Eletrobras, por meio do Procel, mantém iniciativas de apoio técnico e linhas de financiamento para projetos de conservação de energia, incluindo edificações públicas. Esses programas são fundamentais para viabilizar retrofits, cujos custos iniciais frequentemente representam barreira para sua adoção.

Embora os instrumentos financeiros e fiscais não integrem diretamente o mercado regulado de carbono, eles se articulam de forma complementar à agenda de descarbonização, ao promoverem a adoção de tecnologias e padrões de construção que reduzem emissões ao longo do ciclo de vida das edificações. Esses instrumentos reduzem custos, viabilizam investimentos e ampliam o alcance de soluções sustentáveis, contribuindo para que o setor imobiliário e da construção civil se alinhe gradualmente aos compromissos climáticos nacionais.

## **5 CIDADE DE SÃO PAULO: GOVERNANÇA URBANA, INSTRUMENTOS CLIMÁTICOS E OS EFEITOS INDIRETOS DO SBCE**

A hipótese central desta dissertação encontra em São Paulo seu teste empírico decisivo. Se a precificação de carbono, operada de forma isolada, possui capacidade estruturalmente limitada de induzir a descarbonização de setores de emissões difusas, é no nível municipal que essa limitação pode, ou não, ser compensada.

O argumento que estrutura este capítulo é que São Paulo opera como tradutor institucional do sinal econômico federal: a instância que converte, ou neutraliza o preço difuso do carbono em transformações territoriais concretas, por meio do planejamento urbano, do licenciamento e da regulação técnica das edificações.

Essa centralidade não é incidental. Com população de aproximadamente 11,45 milhões de habitantes segundo o Censo Demográfico de 2022, São Paulo é o maior município do país, responde por cerca de 10% do Produto Interno Bruto nacional e concentra o maior mercado imobiliário brasileiro (IBGE, 2023).

À vulnerabilidade física a ilhas de calor, eventos extremos e alagamentos somam-se os riscos de transição associados ao avanço da regulação climática e à internalização progressiva do custo do carbono na economia. Para o ambiente construído, esse risco é sentido sobretudo a jusante, por meio dos preços de materiais, do custo de capital e de novos padrões de avaliação de risco, canais indiretos cuja efetividade depende, em última instância, da capacidade municipal de traduzi-los em instrumentos regulatórios e urbanísticos.

O capítulo desenvolve esse argumento em quatro movimentos. A seção 5.1 reconstrói a trajetória da política climática municipal e seu perfil emissor. A seção 5.2 analisa os instrumentos urbanísticos como vetor primário de indução climática. A seção 5.3 examina a interação entre o SBCE e a política urbana no tratamento do carbono operacional e do carbono incorporado, quantificando a dívida de carbono embutida na produção habitacional recente.

A seção 5.4, à luz dos critérios de coerência e congruência propostos por Howlett (2011), deriva as implicações distributivas para o setor imobiliário e as trajetórias regulatórias ao alcance do município. A análise privilegia, em todos os movimentos, os canais indiretos por meio dos quais o mercado de carbono incide sobre as edificações, sem pressupor relação causal direta entre o SBCE e a descarbonização do ambiente construído.

## 5.1 POLÍTICAS E PROGRAMAS CLIMÁTICOS DA CIDADE DE SÃO PAULO

O pilar estruturante da política climática do município é a Lei nº 14.933, de 5 de junho de 2009, que institui a Política Municipal de Mudança do Clima (PMMC). Sancionada antes mesmo da Política Nacional sobre Mudança do Clima, a PMMC representou um marco de pioneirismo no contexto brasileiro ao estabelecer, de forma antecipada, diretrizes, princípios, metas e instrumentos voltados tanto à mitigação quanto à adaptação às mudanças climáticas em escala municipal.

A PMMC definiu como objetivo geral a redução progressiva das emissões de gases de efeito estufa, fixando meta indicativa de redução de 30% até 2012 em relação aos níveis de 2003, além de prever ações estruturantes em setores urbanos estratégicos, como transportes, energia, resíduos sólidos, uso do solo e edificações.

Ao articular metas setoriais, instrumentos de planejamento urbano e mecanismos de monitoramento, a lei lançou as bases institucionais para a incorporação transversal da agenda climática nas políticas públicas municipais, demonstrando a viabilidade da internalização dessa agenda no planejamento e na gestão pública (São Paulo, 2009). Esse pioneirismo antecipa a lógica contemporânea de governança multinível do clima, na qual municípios operam como espaços de inovação institucional e de implementação territorial de agendas nacionais e internacionais, sobretudo em políticas que dependem de decisões difusas e ativos de longa vida útil, como edificações e infraestrutura urbana (Ostrom, 2010; Jordan et al., 2018).

A experiência paulistana passou a ser amplamente referenciada nos debates que culminaram na consolidação da Política Nacional sobre Mudança do Clima e, posteriormente, na valorização da dimensão subnacional na governança climática brasileira. Apesar de seu caráter inovador, estudos indicam que sua implementação enfrentou desafios relevantes, relacionados sobretudo à descontinuidade política e à limitada mobilização social, fatores que restringiram a plena execução das medidas originalmente previstas (Cortese, 2013).

No campo da mitigação, o 19º Inventário de Emissões do Município de São Paulo evidencia que transportes (~60%) e energia estacionária (~30%) concentram a quase totalidade das emissões territoriais (SVMA, 2024), perfil que contrasta com o nacional, no qual uso da terra e agropecuária têm peso preponderante, e que reforça a centralidade das políticas urbanas de mobilidade e eficiência energética na estratégia climática municipal.

Cabe um esclarecimento metodológico relevante para o argumento deste capítulo: as emissões operacionais das edificações não aparecem como categoria autônoma no inventário territorial; encontram-se diluídas na rubrica de energia estacionária. O inventário, portanto, não isola o ambiente construído, fato que, longe de minimizar seu peso, evidencia a primeira lacuna de mensuração a ser enfrentada por uma política climática setorial.

Além das emissões diretas, os documentos estratégicos da política climática paulistana reconhecem que o setor imobiliário exerce influência relevante sobre emissões indiretas não territorializadas, sobretudo por meio do carbono incorporado aos materiais de construção, dimensão cuja inserção no perfil emissor da cidade é detalhada na seção 5.3.

É precisamente nesse conjunto de emissões indiretas que um mercado nacional de carbono tende a produzir efeitos para o município: ainda que o SBCE não regule diretamente edificações, o encarecimento relativo de insumos intensivos em emissões e a reprecificação de riscos podem alterar gradualmente escolhas tecnológicas, especificações de materiais e estratégias de projeto.

A institucionalização da governança climática municipal foi reforçada pelo Decreto nº 50.866/2009, que criou o Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia, órgão colegiado com participação do poder público e da sociedade civil, responsável por propor diretrizes intersetoriais e acompanhar a implementação da política (São Paulo, 2009). Ao longo da década seguinte, conforme sistematiza o Quadro 10, esse arcabouço foi progressivamente aprofundado por instrumentos estratégicos e regulatórios, das Diretrizes para o Plano de Ação de Mitigação e Adaptação (2011) e do Plano SP 2040 (2012) à adesão ao compromisso Deadline 2020 da rede C40 Cities, em 2018.

Quadro 10 — Instrumentos e regulações da política climática do Município de São Paulo

| <b>Categoria</b>          | <b>Instrumento</b>                                                  | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégia de longo prazo | Lei nº 14.933/2009<br>Política Municipal de Mudança do Clima (PMMC) | Marco pioneiro da governança climática municipal no Brasil. Estabelece princípios, diretrizes e metas setoriais de mitigação e adaptação, reconhecendo a centralidade dos setores urbanos: transporte, energia e edificações, antecipando compromissos posteriormente incorporados à política nacional. |
|                           | Decreto nº                                                          | Institui instância colegiada de caráter intersetorial,                                                                                                                                                                                                                                                  |



| Categoria | Instrumento                                                       | Descrição analítica                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | 50.866/2009<br>Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia | com participação do poder público e da sociedade civil, voltada ao acompanhamento, à articulação institucional e à proposição de diretrizes da política climática municipal.                                                                  |
|           | Diretrizes para o Plano de Ação de Mitigação e Adaptação (2011)   | Documento técnico precursor do PlanClima SP, que sistematiza eixos estratégicos, setores prioritários e metodologias de planejamento climático, fornecendo base técnica para a institucionalização posterior da política climática municipal. |
|           | Plano SP 2040 (2012)                                              | Instrumento de planejamento estratégico de longo prazo que integra sustentabilidade, desenvolvimento urbano e cenários climáticos, orientando políticas estruturantes e investimentos públicos com horizonte de médio e longo prazo.          |
|           | Adesão ao Deadline 2020 – C40 (2018)                              | Compromisso internacional assumido pelo município para a elaboração de plano de ação climática alinhado ao Acordo de Paris, reforçando a inserção de São Paulo em redes transnacionais de governança climática urbana.                        |
|           | Lei nº 16.817/2018                                                | Institucionaliza os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU no âmbito municipal, fortalecendo a integração entre políticas climáticas, urbanas e sociais.                                                                       |
|           | Decreto nº 60.290/2021<br>Criação da SECLIMA                      | Institui a Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas, centralizando a coordenação da agenda climática municipal e fortalecendo a capacidade administrativa e institucional de implementação das políticas climáticas.                       |
|           | Decreto nº                                                        | Plano de ação climática do município, com metas de                                                                                                                                                                                            |

| <b>Categoria</b>         | <b>Instrumento</b>                                                                                          | <b>Descrição analítica</b>                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | 60.289/2021<br>PlanClima SP                                                                                 | mitigação e adaptação até 2050, estruturado em quatro eixos (mitigação, adaptação, governança e educação), com implicações diretas para políticas urbanas e o ambiente construído.                                                 |
| Técnico -<br>regulatório | Lei nº 16.050/2014;<br>rev. Lei nº<br>17.975/2023<br>Plano Diretor<br>Estratégico (PDE)                     | Integra a variável climática ao ordenamento territorial, orientando adensamento urbano, mobilidade sustentável e qualificação ambiental do uso do solo, com efeitos estruturantes sobre o setor imobiliário.                       |
|                          | Lei nº 16.402/2016<br>Lei de Parcelamento,<br>Uso e Ocupação do<br>Solo (LPUOS), rev.<br>Lei nº 18.081/2024 | Introduz instrumentos indutores de sustentabilidade urbana, como a Quota Ambiental, bonificações urbanísticas associadas a desempenho ambiental e incentivos à adoção de certificações ambientais em empreendimentos imobiliários. |
|                          | Resolução CADES<br>nº 284/2024                                                                              | Estabelece critérios climáticos obrigatórios para o licenciamento ambiental de grandes empreendimentos, incorporando exigências relacionadas a emissões, eficiência e mitigação de impactos climáticos.                            |
|                          | Portaria SVMA nº<br>129/2024                                                                                | Define metodologias e procedimentos para a elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa no município, com base no GHG Protocol e em normas ISO, fortalecendo a base de dados e o monitoramento climático local. |

Fonte: Elaboração própria, com base na legislação municipal de São Paulo.

A convergência entre compromissos internacionais e políticas locais culminou, em 2021, na criação da Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas (SECLIMA) e na publicação do PlanClima SP, que estabelece metas de mitigação e adaptação até 2050,

estruturadas nos eixos de mitigação, adaptação e resiliência, governança e financiamento, e educação e engajamento (São Paulo, 2021).

O plano reforça a centralidade das políticas urbanas ao priorizar a descarbonização do transporte público, a eficiência energética em edificações públicas e privadas, as fontes renováveis, a infraestrutura verde e as soluções baseadas na natureza, prevendo instrumentos econômicos como parcerias público-privadas, compras públicas sustentáveis e incentivos tributários.

## 5.2 INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS COMO PRINCIPAL VETOR DE INDUÇÃO CLIMÁTICA

No contexto paulistano, os instrumentos urbanísticos assumem papel central na indução da descarbonização do setor de edificações, ao atuarem diretamente sobre decisões estruturais de uso do solo, densidade urbana, tipologia construtiva e padrões de mobilidade. Diferentemente dos instrumentos econômicos nacionais, cujos efeitos sobre o ambiente construído tendem a ser indiretos, o planejamento urbano municipal opera como mecanismo imediato de conformação da forma da cidade, com impactos relevantes sobre emissões associadas ao transporte, ao consumo energético e ao uso de materiais.

Sob essa perspectiva, os instrumentos urbanísticos funcionam como mecanismos de tradução territorial do sinal econômico gerado por políticas nacionais como o SBCE, ao criarem regras, condicionantes e incentivos que tornam operacionais, no nível do projeto e do licenciamento, decisões que não seriam induzidas apenas por mudanças marginais de preços. Essa tradução é particularmente necessária em metrópoles de elevada desigualdade socioespacial, nas quais o risco de repasse regressivo de custos pode comprometer objetivos de justiça climática e de direito à cidade.

Paralelamente à mitigação, a adaptação assume papel estruturante na governança climática paulistana. A intensificação de eventos extremos expõe a vulnerabilidade socioambiental do território e reforça a centralidade das políticas urbanas na redução de riscos climáticos (IPCC, 2022; Nobre; Marengo, 2011). O Plano Diretor Estratégico (PDE), Lei nº 16.050/2014, revisado pela Lei nº 17.795/2023, e a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS), Lei nº 16.402/2016, revisada pela Lei nº 18.081/2024, incorporam diretrizes que favorecem o adensamento orientado ao transporte público, o uso misto do solo e a ocupação de áreas infraestruturadas, buscando reduzir a expansão periférica e a dependência

do automóvel individual. Ao promover maior proximidade entre moradia, trabalho e serviços, esses instrumentos contribuem para a redução das emissões indiretas associadas à mobilidade, reconhecidas como parcela estrutural do perfil emissor da cidade, abordagem que dialoga com a literatura crítica do urbanismo brasileiro, que destaca a relação intrínseca entre forma urbana espraiada, desigualdade socioespacial e padrões insustentáveis de deslocamento pendular (Maricato, 2011).

Além de seus efeitos sobre a mobilidade, o ordenamento territorial influencia o desempenho energético das edificações ao condicionar densidade, orientação, ventilação e inserção urbana dos empreendimentos, reduzindo o risco de aprisionamento de trajetórias de alto carbono no ambiente construído (Sotto et al., 2019). Cumpre registrar, contudo, que a dimensão climática só passou a constar explicitamente como diretriz orientadora do desenvolvimento urbano em 2023, com a revisão intermediária do PDE (São Paulo, 2023). Dispõe o parágrafo único do art. 2º da Lei nº 17.795/2023:

“Parágrafo único. A aplicação da Política de Desenvolvimento Urbano estabelecida pela Lei nº 16.050, de 2014, em face de seus princípios, diretrizes e objetivos, passa a ser orientada pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, bem como pelas ações para o enfrentamento das Mudanças Climáticas, em conformidade com acordos internacionais.” (São Paulo, s.d.).

São Paulo desenvolveu, ainda, instrumentos urbanísticos específicos com função indutora, entre os quais se destaca a Quota Ambiental, que condiciona parâmetros construtivos à adoção de soluções de eficiência ambiental, como permeabilidade do solo e reservatórios de captação de águas pluviais. Com a revisão da LPUOS, foram previstos incentivos urbanísticos condicionados, bonificações de potencial construtivo e redução de contrapartidas mediante certificações ambientais ou soluções sustentáveis, que introduzem uma lógica de indução econômica no planejamento urbano, estimulando práticas de menor intensidade de carbono sem recorrer exclusivamente a instrumentos de mercado.

O papel indutor do urbanismo foi recentemente reforçado pela Resolução CADES nº 284/2024, que incorpora critérios climáticos aos processos de aprovação de grandes empreendimentos, aqueles sujeitos a Estudo de Impacto Ambiental e respectivo relatório (EIA/RIMA) ou a Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) (São Paulo, 2024). Na sequência, a Portaria SVMA nº 129/2024 estabeleceu o processo metodológico de elaboração de inventários de GEE, com referência a metodologias internacionalmente aceitas,

preferencialmente o GHG Protocol ou as normas ABNT ISO 14064-1, 14064-2 e 14064-3 (São Paulo, 2024).

Em conjunto, esses instrumentos evidenciam que o urbanismo constitui, no caso de São Paulo, um vetor relevante de indução climática sobre o setor de edificações. Essa atuação não é, porém, neutra: incide de forma diferenciada sobre segmentos do mercado imobiliário com capacidades distintas de resposta, conferindo ao arcabouço municipal uma dimensão simultaneamente técnica e de justiça climática.

Quando articulados em torno de objetivos comuns, ferramentas complementares e arranjos de coordenação entre escalas de governo, esses instrumentos aproximam-se do que Howlett (2011) denomina *policy mix* coerente, coerência analiticamente decisiva em setores como o de edificações, nos quais, conforme Ostrom (2010), a distribuição de responsabilidades entre múltiplos agentes exige soluções de governança policêntrica, e não respostas unilaterais.

É precisamente nesse ponto que reside a centralidade do caso paulistano: a efetividade de instrumentos nacionais de precificação depende estruturalmente da capacidade regulatória e urbanística do município, capacidade cujo alcance e cujos limites a seção seguinte examina no tratamento do carbono operacional e do carbono incorporado.

### 5.3 IMPLICAÇÕES PARA O SETOR IMOBILIÁRIO E PARA A POLÍTICA URBANA

As implicações do caso paulistano podem ser lidas com precisão à luz dos critérios de desenho de arranjos de política propostos por Howlett (2011) e Howlett e Rayner (2007). O que a análise documentou não é ausência de instrumentos. O Brasil dispõe do SBCE, do MCMV revisado, da Taxonomia Sustentável e do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC). O problema é de outra ordem: uma dupla falha de coerência: entre os objetivos das políticas, e de congruência, entre objetivos e meios. Esta seção desenvolve as duas falhas e, a partir delas, as trajetórias regulatórias ao alcance do município.

A falha de coerência manifesta-se no encontro entre o SBCE e o MCMV. O SBCE persegue a internalização do custo das emissões; o MCMV persegue a provisão habitacional a preço regulado. No segmento de HIS, esses dois objetivos não coexistem de forma lógica: o custo de carbono repassado a cimento e aço não encontra, na unidade tabelada pelas regras do programa, espaço para converter-se em preço. O efeito regressivo, no caso paulistano, não opera principalmente pela via “a moradia popular encarece”, mas pela via “a unidade

econômica deixa de ser produzida, ou é produzida com pior desempenho”, distinção relevante porque desloca o problema do preço para a oferta e para a qualidade construtiva da habitação de baixa renda. Trata-se de incoerência de objetivos, e não de mera lacuna instrumental: a meta climática e a meta habitacional operam em direções opostas no mesmo território.

A essa incoerência soma-se um problema de congruência entre objetivos e meios. O objetivo declarado de descarbonizar o ambiente construído paulistano inclui o carbono incorporado nos materiais, dimensão que, dada a matriz elétrica de baixo fator de emissão, responde pela parcela dominante das emissões de ciclo de vida das edificações brasileiras.

O meio principal de que o SBCE dispõe, a precificação a montante sobre o produtor de cimento e aço, alcança esse carbono apenas de forma indireta, fracionária e sem sinalização projetual. A precificação não foi calibrada para induzir as decisões de especificação que determinam o carbono incorporado; estas permanecem sem qualquer sinal regulatório no licenciamento municipal.

Essa congruência imperfeita é hoje agravada por uma indeterminação estrutural: o SBCE ainda não possui preço. É necessário distinguir o carbono incorporado de uma edificação, sua pegada física, do custo de carbono que o SBCE é efetivamente capaz de transmitir ao empreendimento. São grandezas distintas. O SBCE não precifica a emissão da obra: precifica a emissão do produtor de cimento, aço e demais insumos regulados. O custo que chega ao empreendimento é, portanto, o produto de três fatores, o preço da permissão, a fração daquelas emissões que recai sobre emissores efetivamente regulados e a parcela que o custo do carbono representa no preço final de cada insumo, e não a pegada do edifício multiplicada por um preço.

A Lei nº 15.042/2024 institui o sistema, mas a definição de alíquotas, tetos e cronograma de alocação depende de regulamentação não concluída, e as fases iniciais preveem predominância de alocação gratuita de permissões. O sinal que chegará ao setor de edificações é, no curto prazo, simultaneamente indireto, fracionário e indefinido.

A experiência comparada delimita a ordem de grandeza: enquanto o EU ETS operou acima de € 60/tCO<sub>2</sub>eq entre 2021 e 2023, o Impuesto Verde chileno permanece em US\$ 5/tCO<sub>2</sub>eq e o Impuesto Nacional al Carbono colombiano em torno de US\$ 7,64/tCO<sub>2</sub>eq, patamares que os próprios governos reconhecem como insuficientes para induzir reconversão tecnológica. Caso o SBCE se estabilize em faixa próxima à latino-americana, o custo transmitido por metro quadrado será, em termos absolutos, pequeno.

Tal constatação não enfraquece a tese desta pesquisa; reforça-a. Precisamente porque o custo unitário transmitido tende a ser baixo e o cronograma de preços, incerto, o sinal econômico isolado não basta para reorientar decisões de projeto e de especificação de materiais, o que desloca o ônus da indução para os instrumentos regulatórios e urbanísticos complementares.

Estabelecido o mecanismo, seus efeitos não se distribuem de modo uniforme. Nos segmentos de médio e alto padrão, a elevação progressiva do preço de carbono tende a ser repassada ao preço final e absorvida pelo comprador. No segmento de HIS, como já assinalado, o teto de preço do MCMV bloqueia esse repasse; o efeito é, ainda, amplificado pela dependência estrutural do programa em relação a materiais de alto fator de emissão e pela ausência de subsídios específicos que compensem seu eventual encarecimento.

Como dimensionado na seção anterior, os 85,4 mil lançamentos do segmento em 2025 (61% do total) situam a maior parte da produção habitacional do município justamente sob a lógica de preço regulado que mais resiste à internalização de custos de carbono (SECOVI-SP, 2026).

A própria resposta do setor à expectativa regulatória reproduz essa assimetria. Incorporadoras e investidores institucionais têm internalizado critérios climáticos em suas análises de viabilidade e risco, adotando certificações, ACV e métricas de desempenho como sinalizadores de adaptação às expectativas futuras do sistema financeiro e da regulação.

Essa antecipação, porém, concentra-se nos segmentos de maior capacidade técnica e financeira. Um sinal de preço operando isoladamente não corrige tal assimetria: ele a aprofunda, porque seleciona os agentes já capazes de responder e deixa à margem pequenas construtoras e empreendimentos voltados à baixa renda.

O resultado tendencial é um mercado de duas velocidades, em que a capacidade de descarbonização se concentra no topo. Em termos de policy mix (Howlett, 2011), não se trata de externalidade indesejada, mas de falha previsível do instrumento isolado, corrigível apenas pela combinação com instrumentos de nivelamento, detalhados ao fim desta seção.

A literatura internacional sobre efeitos distributivos da precificação oferece a saída que a própria análise comparada desta dissertação documentou. A regressividade não é propriedade intrínseca da precificação: é função do que se faz com a receita arrecadada. O caso californiano é demonstração direta disso, as receitas dos leilões alimentam o Greenhouse Gas Reduction Fund, cuja carteira California Climate Investments exige que ao menos 35% dos recursos beneficiem comunidades de baixa renda e historicamente afetadas pela poluição,

financiando retrofit, habitação eficiente e infraestrutura urbana. É o reinvestimento redistributivo, e não o preço em si, que converte um instrumento potencialmente regressivo em vetor de justiça climática (Baranzini et al., 2017).

Para o SBCE, a implicação é precisa: a destinação setorial das receitas de leilão, por meio de instrumentos orçamentários como o FNMC, é parte constitutiva do desenho que evita que o repasse de custos sobre cimento e aço recaia desproporcionalmente sobre a HIS e não uma política acessória a ser definida depois.

Reconhecer a falha como de coerência e de congruência, e não de ausência de instrumentos, tem consequência direta para o desenho de política. A literatura sobre evolução de arranjos observa que mixes desenvolvidos de forma incremental, por sobreposição sucessiva de instrumentos (policy layering), tendem precisamente a acumular tensões dessa ordem, na medida em que cada camada responde a um objetivo setorial sem reconciliação com as demais (Howlett, 2011; Howlett; Rayner, 2007).

O arranjo climático-habitacional brasileiro ilustra esse padrão: SBCE, MCMV e instrumentos urbanísticos municipais foram instituídos em momentos e por racionalidades distintas, sem mecanismo explícito de coordenação. Daí a natureza da correção necessária: não um novo instrumento, mas a calibração coordenada dos existentes, a começar pela destinação redistributiva das receitas de leilão já enunciada.

É na operacionalização dessa coordenação que o município ocupa posição estratégica de mediação, e é aqui que a tradução territorial do sinal econômico deixa de ser metáfora e passa a designar escolhas concretas de instrumento. Diante do sinal federal do SBCE, São Paulo dispõe de três trajetórias, sistematizadas no Quadro 11.

As três estão ao alcance da competência municipal; a escolha entre elas não é técnica, mas eminentemente política, e sua resolução condiciona tanto a efetividade climática do SBCE quanto a legitimidade social da transição no setor de edificações.

Quadro 11 — Trajetórias regulatórias municipais diante do sinal federal do SBCE

| Trajetória | Mecanismo municipal                                                                                                   | Resultado distributivo esperado                                            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Amplificar | Vincular a desempenho de carbono os instrumentos urbanísticos existentes: condicionar potencial construtivo adicional | Reforça o sinal federal e antecipa a regulação do carbono incorporado, mas |



| Trajetória  | Mecanismo municipal                                                                                                                                                                 | Resultado distributivo esperado                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | e outorga onerosa do direito de construir (art. 10 da LPUOS) e a Quota Ambiental a métricas de carbono incorporado e operacional; introduzir a exigência de ACV no licenciamento.   | pode aprofundar assimetrias se não for acompanhado de salvaguardas para a HIS.                                                                      |
| Neutralizar | Manter o arranjo atual de certificações voluntárias e incentivos pontuais, sem articulação explícita entre política urbana e política climática (cenário de referência atual).      | Perpetua expansão dispersa, dependência do automóvel e soluções de alta intensidade de emissões; o sinal econômico difuso se dissipa no território. |
| Moldar      | Redirecionar o custo de carbono em favor da HIS, mobilizando instrumentos como IPTU verde e licenciamento diferenciado, combinados a subsídios e critérios específicos para o MCMV. | Converte um instrumento potencialmente regressivo em vetor de justiça climática, condicionando a transição à provisão habitacional adequada.        |

Fonte: Elaboração própria.

A análise comparada não aponta um instrumento de precificação a ser transposto para o Brasil, e sim um padrão: onde a descarbonização do ambiente construído avançou, o preço de carbono operou combinado a regulação técnica de desempenho, financiamento e reinvestimento redistributivo das receitas, nunca isoladamente.

Para o Brasil e para São Paulo, a questão não é qual instrumento copiar, mas como articular o SBCE a instrumentos setoriais de eficiência energética, qualificação de edificações, retrofit, crédito verde e às políticas urbanas municipais. Os instrumentos de indução ambiental e econômica precisam, portanto, ser acompanhados de um conjunto único de medidas de nivelamento e redistribuição: capacitação técnica e crédito direcionado às pequenas construtoras, subsídios à HIS, critérios diferenciados de licenciamento e requisitos específicos para o MCMV que elevem o desempenho sem se converter em barreira de acesso à moradia adequada.

A coordenação entre o SBCE, a política habitacional federal e municipal e os instrumentos urbanísticos é, assim, condição necessária, não apenas desejável, para evitar que a transição climática aprofunde o déficit habitacional e as desigualdades socioespaciais já inscritas na estrutura urbana paulistana (Maricato, 2011).

A síntese do caso paulistano em perspectiva comparada aos casos internacionais consolida-se no Quadro 12 a seguir, que confronta as escalas nacional e municipal segundo as oito categorias analíticas adotadas nesta pesquisa.

Quadro 12 — Análise comparada Brasil e São Paulo

| <b>Categoria</b>                              | <b>Brasil (SBCE / escala nacional)</b>                                                                                              | <b>São Paulo (escala municipal)</b>                                                                                                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 – Escopo e maturidade                      | Polít. climática em consolidação; SBCE instituído pela Lei 15.042/2024, ainda em fase de regulamentação                             | PMSP com instrumentos urbanísticos climáticos (PDE 2014/2023, LPUOS 2016); ausência de meta vinculante setorial para edificações               |
| C2 – Precificação de carbono                  | ETS em implantação; setores difusos como edificações não diretamente regulados na fase inicial                                      | Sem instrumento municipal de precificação; incentivos via potencial construtivo adicional (art. 10, Lei 16.402/2016)                           |
| C3 – Regulação técnica de edificações         | PBE Edifica (etiquetagem voluntária/induzida); ABNT NBR 15.575; ausência de código de desempenho obrigatório com metas climáticas   | Código de Obras municipal; incentivos pontuais a certificações voluntárias (LEED, AQUA-HQE, EDGE); sem exigência de ACV ou carbono incorporado |
| C4 – Instrumentos financeiros e distributivos | Fundo Clima; CRI/CRA verde; LCA; MCMV com critérios de sustentabilidade incipientes; sem fundo redistributivo climático estruturado | Incentivos IPTU verde em discussão; CEPAC como instrumento urbanístico sem vínculo climático explícito                                         |
| C5 – Resultados                               | Crescimento das certificações                                                                                                       | São Paulo concentra cerca de                                                                                                                   |

| <b>Categoria</b>                       | <b>Brasil (SBCE / escala nacional)</b>                                                                                                                 | <b>São Paulo (escala municipal)</b>                                                                                            |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| observáveis no setor                   | voluntárias (927 edifícios AQUA-HQE até set/2023; 125 projetos LEED certificados em 2024); sem redução verificável de emissões operacionais do estoque | 30% das edificações certificadas do país (GBC Brasil, 2024); impacto restrito a empreendimentos de maior porte.                |
| C6 – Limites e tensões                 | Fragmentação federativa; ausência de MRV setorial para edificações; risco de lock-in do estoque; efeitos distributivos regressivos não equacionados    | Desigualdade socioespacial; déficit habitacional; informalidade urbana; ausência de mecanismos redistributivos climáticos      |
| C7 – Mecanismo de transmissão ao setor | Predominantemente indireto: pass-through de custos do carbono ao cimento e ao aço; sinal financeiro ainda incipiente                                   | Indireto via preço de insumos e critérios de financiamento; certificações como sinalizadores voluntários sem escala sistêmica  |
| C8 – Lições e implicações para o SBCE  | Necessidade de articulação entre SBCE, normas técnicas, ACV, financiamento e políticas urbanas para efetividade no ambiente construído                 | São Paulo como laboratório regulatório: potencial de liderança subnacional na exigência de desempenho climático em edificações |

Fonte: Elaborado pela autora.

## 6 CONCLUSÃO

A descarbonização do setor de edificações no contexto paulistano não depende de um instrumento dominante, mas da coordenação entre três funções complementares: um sinal econômico de carbono (o SBCE), uma camada de regulação técnica vinculante (desempenho e carbono incorporado) e um mecanismo financeiro de destinação redistributiva das receitas, com o município operando como instância de tradução territorial. Essa é a resposta que a análise sustenta para o problema central desta dissertação. A hipótese inicial, de que o SBCE isoladamente apresenta capacidade limitada de induzir a descarbonização direta do setor, confirma-se nos planos conceitual, comparativo e empírico, com a precisão necessária para distinguir limitação estrutural de falha instrumental.

No plano conceitual, demonstrou-se que as emissões do setor distribuem-se de forma difusa ao longo de múltiplos agentes, etapas decisórias e momentos do ciclo de vida dos ativos, da especificação de materiais à demolição. Essa difusão é o que torna o sinal econômico do carbono incapaz de alcançar diretamente as decisões que determinam o perfil de emissões do setor.

Acresce que a matriz elétrica brasileira, predominantemente renovável, desloca o foco prioritário da política climática para o carbono incorporado nos materiais; trata-se de dimensão que o SBCE, por seus efeitos indiretos e graduais sobre os preços de cimento e aço, dificilmente alcançará sem regulação técnica complementar. A esses limites soma-se o risco de aprisionamento de trajetórias de alto carbono (carbon lock-in) em ativos de vida útil longa, cuja reconversão futura se torna progressivamente mais custosa (Seto et al., 2016).

No plano comparativo, as experiências da União Europeia, da Califórnia, do Chile e da Colômbia convergiram em torno de um padrão estrutural: o principal canal de transmissão do mercado de carbono ao setor de edificações é indireto, operando pelo repasse (pass-through) dos custos das permissões aos preços de insumos intensivos em emissões; esse efeito persiste mesmo sob alocação majoritariamente gratuita, dado o custo de oportunidade das permissões negociáveis (Ce Delft; Öko-Institut, 2015).

Os avanços mais consistentes ocorreram onde a precificação foi combinada a padrões obrigatórios de desempenho, estratégias de retrofit, financiamento climático e políticas urbanas integradas, e onde as receitas de leilão foram reinvestidas com dimensão redistributiva explícita, como ilustra o Greenhouse Gas Reduction Fund californiano. Preços baixos e sem trajetória previsível, como os de Chile e Colômbia, produzem eficácia

estruturalmente limitada; e a criação legal de um sistema de cotas, como o PNCTE colombiano, não substitui a etapa subsequente de operacionalização regulatória, lição diretamente aplicável ao estágio atual do SBCE.

No plano empírico, o estudo de caso de São Paulo localizou esse debate em território concreto. O município dispõe de arcabouço normativo e climático relativamente avançado (Política Municipal de Mudança do Clima, PlanClima SP, Plano Diretor Estratégico revisado em 2023, Quota Ambiental e Resolução CADES nº 284/2024), mas ainda carece de integração explícita entre política climática, regulação técnica de edificações e instrumentos financeiros voltados à descarbonização.

Em 2025, foram lançadas 139,7 mil unidades residenciais no município, das quais 61% (85,4 mil) no âmbito do MCMV (SECOVI-SP, 2026); aplicado o indicador de 0,21 tCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> do SindusCon-SP (2026), esse ritmo implica a cristalização anual de emissões relevantes em edificações com vida útil de 50 a 80 anos, fenômeno que escapa inteiramente ao escopo atual do SBCE e ao arcabouço municipal. A ausência de regulação sobre carbono incorporado não constitui lacuna periférica; é constitutiva do problema de descarbonização do setor no contexto paulistano.

Da convergência desses três planos deriva-se a resposta operacional à pergunta de pesquisa. A arquitetura proposta articula quatro componentes interdependentes. O primeiro é o sinal de preço do SBCE, mantido como camada de fundo que onera progressivamente cimento e aço.

O segundo é a regulação técnica vinculante de desempenho e de carbono incorporado, incorporada ao licenciamento municipal como condição capaz de alcançar as decisões que o preço, sozinho, não atinge.

O terceiro é a destinação setorial e redistributiva das receitas de leilão, por meio de instrumentos orçamentários como o FNMC, dirigida prioritariamente a retrofit e à habitação de interesse social. O quarto são salvaguardas distributivas que impeçam que o repasse de custos sobre materiais recaia desproporcionalmente sobre as populações de menor renda.

Nenhum desses componentes é suficiente isoladamente; é a coerência entre eles, e não a soma de instrumentos avulsos, que caracteriza o policy mix capaz de converter o sinal de carbono em transformação territorial (Howlett, 2011; Jordan et al., 2018).

Nessa arquitetura, o nível municipal desempenha papel insubstituível. São Paulo, dada a sofisticação relativa de seu arcabouço climático e urbanístico, reúne condições institucionais

para mediar entre o sinal federal do mercado de carbono e as decisões concretas de projeto, licenciamento e retrofit no território (Ostrom, 2010).

Essa mediação, contudo, não é um ato técnico neutro; envolve escolhas políticas sobre o modelo de desenvolvimento urbano que extrapolam o campo da engenharia e da norma. A efetividade climática do setor depende, em última instância, da integração indissociável entre mitigação, adaptação e justiça climática. Quando dissociadas, essas dimensões tendem a concentrar benefícios nos segmentos de maior renda e a transferir custos para as populações mais vulneráveis, aprofundando as desigualdades socioespaciais já inscritas na estrutura urbana da cidade.

Como contribuição acadêmica, o trabalho avança ao propor uma análise integrada entre mercado regulado de carbono, instrumentos urbanísticos e setor imobiliário, abordagem ainda pouco explorada na literatura nacional. Ao mobilizar os conceitos de policy mix (Howlett, 2011) e de governança policêntrica (Ostrom, 2010), oferece quadro analítico capaz de compreender os mecanismos indiretos de indução da precificação de carbono em setores difusos e de iluminar o papel dos governos subnacionais na implementação da política climática em territórios urbanos complexos.

As limitações inerentes ao estágio inicial de implementação do SBCE e ao estudo de caso único de São Paulo delimitam o alcance dos achados e abrem agenda de pesquisa: investigações quantitativas sobre o pass-through nos preços de materiais e de imóveis; estudos de viabilidade da exigência de carbono incorporado no licenciamento paulistano; análises comparativas entre municípios com distintos arcabouços climáticos; e avaliações do comportamento dos agentes econômicos do setor imobiliário diante da consolidação do sistema. A construção dessas evidências é condição necessária para que o debate sobre a descarbonização das edificações no Brasil avance do plano normativo para o da efetividade real no território.

## REFERÊNCIAS

- Acsehrad, H., Mello, C. C. A., & Bezerra, G. N. (2009). *O que é justiça ambiental*. Garamond Universitária.
- ASHRAE. (2019). *ANSI/ASHRAE Standard 90.1-2019: energy standard for buildings except low-rise residential buildings*. ASHRAE.
- Asocarbono. (2025). *Informe del estado actual del mercado de carbono en Colombia con cierre a junio de 2025*. <https://asocarbono.org/wp-content/uploads/2025/09/Informe-del-Estado-Actual-del-Mercado-de-Carbono-en-Colombia-con-cierre-a-junio-2025.pdf>
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2023). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023*.
- Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. (2022). *Aliança pela redução de gases de efeito estufa (GEE) no setor de construção e incorporação imobiliária*. <https://aliancagee.com.br/>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009). *NBR ISO 14.044: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: requisitos e orientações*. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). *NBR 15.575: edificações habitacionais — desempenho*. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015). *NBR ISO 14.025: rótulos e declarações ambientais: declarações ambientais de Tipo III: princípios e procedimentos*. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2022). *NBR ISO 21.931-1: sustentabilidade na construção civil: estrutura para métodos de avaliação do desempenho ambiental de obras de construção civil*. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2025). *NBR ISO 14.040: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: princípios e estrutura*. ABNT.
- Azevedo, A. C., Romeiro, V., Genin, F., & Felin, S. (2021). Brasil e sua política climática desarranjada rumo à COP27. *Revista Ambiente & Sociedade*, 24, e02691. <https://www.scielo.br/j/asoc/a/3dXbRPhWSBbpKY3P3kLnJVm/?lang=pt>
- Baranzini, A., van den Bergh, J. C. J. M., Carattini, S., Howarth, R. B., Padilla, E., & Roca, J. (2017). Carbon pricing in climate policy: Seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(4), e462. <https://doi.org/10.1002/wcc.462>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- BNDES. (2022). *BNDES Finem. Meio Ambiente. Eficiência Energética*. <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-eficiencia-energetica>
- Bodansky, D. (2010). The Copenhagen Climate Change Conference: A postmortem. *American Journal of International Law*, 104(2), 230–240. <https://doi.org/10.5305/amerjintlaw.104.2.0230>
- Brasil, Câmara dos Deputados. (s.d.). *Projeto de Lei nº 2.148-A*. <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1548579>

Brasil, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2020). *Nota técnica: estimativa do preço do carbono para o Brasil*. <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/075e1e3f-8311-40b9-969e-ab41de7352bd/content>

Brasil, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. (2017). *Análise de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): 1º período de compromisso do Protocolo de Quioto*. MCTI. [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/status\\_mdL/Status\\_MDL-1periodoKP.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/status_mdL/Status_MDL-1periodoKP.pdf)

Brasil, Ministério da Fazenda. (2024). *Cartilha técnica: Taxonomia Sustentável Brasileira*. <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/taxonomia-sustentavel-brasileira>

Brasil, Ministério das Cidades. (2023). *Portaria nº 725, de 15 de junho de 2023* [especificações do Minha Casa, Minha Vida — FAR e FDS]. [https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/arquivos-1/Portaria\\_MCID\\_725\\_Especificacoes\\_MCMV\\_FAReFDS\\_COMPILADA5.pdf](https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/arquivos-1/Portaria_MCID_725_Especificacoes_MCMV_FAReFDS_COMPILADA5.pdf)

Brasil, Ministério das Cidades. (2025). *Portaria nº 489, de 19 de maio de 2025*. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mcid-n-489-de-19-de-maio-de-2025-630714614>

Brasil, Ministério das Cidades. (s.d.). *Programa Minha Casa, Minha Vida: diretrizes para habitação de interesse social e transição climática justa*. <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida>

Brasil, Ministério de Minas e Energia. (2022). *Conheça as funcionalidades do Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção (SIDAC)*. <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/conheca-as-funcionalidades-do-sistema-de-informacao-do-desempenho-ambiental-da-construcao-sidac>

Brasil, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2024). *NDC: ambição climática do Brasil*. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/NDC>

Brasil, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. (2014). *Instrução Normativa nº 2, de 4 de junho de 2014*. Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia em edificações públicas federais. <https://www.gov.br/compras/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-no-2-de-04-de-junho-de-2014>

Brasil. (1981). *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)

Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)

Brasil. (1998). *Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Lei de Crimes Ambientais. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)

Brasil. (2001). *Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001*. Regulamenta a Lei nº 10.295 — eficiência energética. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2001/d4059.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm)

Brasil. (2001). *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001*. Estatuto da Cidade. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)



Brasil. (2001). *Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001*. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Diário Oficial da União.

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110295.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm)

Brasil. (2009). *Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)

Brasil. (2010). *Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010*. Regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União.

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm)

Brasil. (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)

Brasil. (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Código Florestal. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)

Brasil. (2017). *Decreto nº 9.073, de 5 de junho de 2017*. Promulga o Acordo de Paris. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9073.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9073.htm)

Brasil. (2021). *Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021*. Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União.

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/114119.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114119.htm)

Brasil. (2022). *Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022*. Procedimentos para os Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas. Diário Oficial da União.

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/decreto/d11075.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11075.htm)

Brasil. (2023). *Decreto nº 11.550, de 5 de junho de 2023*. Regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União.

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11550.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11550.htm)

Brasil. (2023). *Lei nº 14.620, de 13 de julho de 2023*. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida]. Diário Oficial da União. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/lei/114620.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114620.htm)

Brasil. (2024a). *Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024*. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões — SBCE. Diário Oficial da União.

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/lei/L15042.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L15042.htm)

Brasil. (2025). *Decreto nº 12.705, de 3 de novembro de 2025*. Institui a Taxonomia Sustentável Brasileira. Diário Oficial da União.

Braungardt, S., Bürger, V., & Köhler, B. (2021). Achieving climate targets through energy sufficiency: Policy instruments for reducing energy consumption in buildings. *Energy Policy*, 149, 111957. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111957>

C40 Cities. (2018). *Deadline 2020: How cities will get the job done*.

<https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Deadline-2020-How-cities-will-get-the-job-done>

Calderón, S., Alvarez, A. C., Loboguerrero, A. M., Arango, S., Calvin, K., Kober, T., Daenzer, K., & Fisher-Vanden, K. (2016). Achieving CO2 reductions in Colombia: Effects of carbon taxes and abatement targets. *Energy Economics*, 56, 575–586.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.05.010>

California Building Standards Commission. (2024). *2022 CALGreen guide supplement to the 2022 California Green Building Standards Code (CALGreen) – Nonresidential*. <https://www.dgs.ca.gov/-/media/Divisions/BSC/05-Resources/CALGreen/2022-CALGreen-Supplement-Guide-07-01-24---Final.pdf>

California Energy Commission. (s.d.-a). *Building Energy Benchmarking Program*. <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/building-energy-benchmarking-program>

California Energy Commission. (s.d.-b). *Home Energy Rating System (HERS) Program*. <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/home-energy-rating-system-hers-program>

California. (2006). *Assembly Bill No. 32: California Global Warming Solutions Act of 2006*. [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill\\_id=200520060AB32](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=200520060AB32)

California. (2008). *Assembly Bill No. 811: Contractual assessments: energy efficiency improvements*. <https://legiscan.com/CA/text/AB811/id/154539>

California. (2015). *Assembly Bill No. 802: Energy efficiency*. <https://legiscan.com/CA/text/AB802/id/1145844>

California. (2016). *Senate Bill No. 32: California Global Warming Solutions Act of 2006: emissions limit*. <https://legiscan.com/CA/text/SB32/id/1428776>

California. (2018). *Buy Clean California Act, Public Contract Code §§ 3500–3505*. [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes\\_displayText.xhtml?lawCode=PCC&division=2.&part=1.&chapter=3.&article=5](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displayText.xhtml?lawCode=PCC&division=2.&part=1.&chapter=3.&article=5).

California. (2021). *Senate Bill No. 596: Greenhouse gases: cement sector — net-zero emissions strategy*. [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill\\_id=202120220SB596](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=202120220SB596)

California. (2022). *Assembly Bill No. 1279: The California Climate Crisis Act*. <https://legiscan.com/CA/text/AB1279/id/2606946>

California. (2022). *Assembly Bill No. 2446: Embodied carbon emissions: construction materials*. [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill\\_id=202120220AB2446](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202120220AB2446)

California. (2023). *California Green Building Standards Code, Title 24, Part 11 (CALGreen)*. <https://codes.iccsafe.org/content/CAGBC2022P1>

California. (2025). *Assembly Bill No. 1207: Cap-and-Invest Program*. [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill\\_id=202520260AB1207](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202520260AB1207)

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. (s.d.). *Banco de dados: PIB Brasil e construção civil*. <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>

CARB. (2022). *2022 scoping plan for achieving carbon neutrality*. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2023-04/2022-sp.pdf>

CARB. (2024). *California Climate Investments: 2024 annual report to the legislature*. <https://www.caclimateinvestments.ca.gov/annual-report-2024>

CARB. (s.d.-a). *Cap-and-Trade Program regulation*. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cap-and-trade-program/cap-and-trade-regulation>

CARB. (s.d.-b). *Embodied carbon*. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/embodied-carbon>

CE Delft, & Öko-Institut. (2015). *Ex-post investigation of cost pass-through in the EU ETS: An analysis of six sectors*. European Commission.

CEF. (2024). *Minha Casa, Minha Vida fecha 2024 com 1,26 milhão de unidades contratadas*. <https://www.gov.br/secom/pt-br/acompanhe-a-secom/noticias/2025/janeiro/mcmv-fecha-2024-com-1-26-milhao-de-unidades-contratadas>

CEMADEN. (2024). *Relatório clima, extremos e desastres no Brasil*. <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil-01-2025/relatorioclimaextremosdesastresbrasil2024.pdf>

CEPAL. (2025). *Precio social del carbono en América Latina: Estimaciones y aplicaciones para la evaluación de inversiones públicas*. <https://www.cepal.org>

CETESB. (2017). *Estudo de baixo carbono para a indústria de cimento no Estado de São Paulo (2014–2030)*. <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/0cded0cc-0c28-4951-97a1-f206a76ea528>

CETESB. (s.d.). *NBR ISO 14064: inventário de GEE de empreendimentos*. <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empresendimentos/nbr-iso-14064/>

Chile, Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. (2021b). *Estrategia climática de largo plazo de Chile*. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

Chile, Ministerio de Desarrollo Social y Familia, & CEPAL. (2025). *Precio social del carbono en Chile: Actualización metodológica y valores de referencia 2025–2050*. <https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl>

Chile, Ministerio de Energía. (2021a). *Calificación energética de viviendas: ¿Qué es la CEV?* <https://www.calificacionenergetica.cl/que-evalua-la-calificacion-energetica-de-viviendas/>

Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). *Calificación energética de viviendas en Chile*. <https://repositorio.minvu.gob.cl/entities/publication/5f5a6485-b3b1-4d7a-8cdf-ee61961934ff>

Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2019). *Manual de procedimientos: Calificación energética de viviendas en Chile. Serie 2: Estándares técnicos para edificaciones residenciales*. <https://catalogo.minvu.cl/bib/24976>

Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017–2022 (PANCC-II)*. <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico-2017-2022-pancc-ii/>

Chile, Ministerio del Medio Ambiente. (2025). *Resolución Exenta n° 8102: Hoja de Ruta de Instrumentos de Precio y Mercados de Carbono 2025*. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/hoja-de-ruta-ipmc/>

Chile. (2012). *Ley n° 20.571: Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1038211>

Chile. (2014). *Ley n° 20.780: Reforma tributaria que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario: Impuesto Verde*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1067194>

- Chile. (2020). *Ley n° 21.210: Moderniza la legislación tributaria*. <https://www.bcn.cl>
- Chile. (2021). *Ley n° 21.305: Sobre eficiencia energética*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1155887>
- Chile. (2022). *Ley n° 21.455: Ley Marco de Cambio Climático*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286>
- Chile. (2023). *Decreto n° 4: Aprueba reglamento de proyectos de reducción de emisiones de contaminantes para compensar emisiones gravadas conforme al artículo 8° de la Ley n° 20.780*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1196414&f=2023-09-29>
- Chile. (2024). *Decreto Supremo n° 5: Reglamento para la calificación energética de viviendas en Chile*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1207208>
- Cimento Itambé. (2024). *Centro de Inovação em Construção Sustentável da USP vai criar banco de dados nacional para reduzir emissões de CO2*. <https://www.cimentoitambe.com.br/centro-de-inovacao-em-construcao-sustentavel-da-usp-vai-criar-banco-de-dados-nacional-para-reduzir-emissoes-de-co2/>
- Climate Action Tracker. (2024). *Policies & action: Chile*. <https://climateactiontracker.org/countries/chile/policies-action/>
- Climate Bonds Initiative. (2024). *Sustainable debt global state of the market 2023*. <https://www.climatebonds.net/files/documents/publications/Global-State-of-the-Market-Report-2023.pdf>
- Climate Watch. (s.d.). *Historical GHG emissions*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/data/climate-watch-cait-country-greenhouse-gas-emissions-data>
- Cludius, J., de Bruyn, S., Schumacher, K., & Vergeer, R. (2020). Ex-post investigation of cost pass-through in the EU ETS: An analysis for six industry sectors. *Energy Economics*, 91, 104883. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104883>
- CNI. (2023). *Oportunidades e riscos da descarbonização da indústria brasileira: Roteiro para uma estratégia nacional*. <https://static.poder360.com.br/2023/12/estudo-cni-oportunidades-e-riscos-da-descarbonizacao.pdf>
- Colombia, Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *CONPES n° 3919: Política nacional para el fomento de la construcción de edificaciones sostenibles*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/conpes-3919-de-2018.pdf>
- Colombia, Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *CONPES n° 3934: Política de crecimiento verde*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- Colombia, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. (2025). *Resolución n° 227: Se ajustan las tarifas del Impuesto Nacional a la Gasolina y al ACPM, y del Impuesto Nacional al Carbono*. [https://normograma.dian.gov.co/dian/compilacion/docs/pdf/resolucion\\_dian\\_0227\\_2025.pdf](https://normograma.dian.gov.co/dian/compilacion/docs/pdf/resolucion_dian_0227_2025.pdf)
- Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política nacional de cambio climático: Documento para tomadores de decisiones*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf>

Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.d.). *Política nacional de cambio climático*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf>

Colombia. (2015). *Decreto n° 1285: Modifica el Decreto 1077 de 2015 en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones*. [https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Decreto%201285%20del%2012062015\\_0%20%281%29.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Decreto%201285%20del%2012062015_0%20%281%29.pdf)

Colombia. (2015). *Resolución n° 549: Se reglamenta el capítulo 1 del título 7, de la parte 2, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible*. <https://camacol.co/sites/default/files/Resoluci%C3%B3n%20549%20de%202015%20con%20Anexos.pdf>

Colombia. (2016). *Decreto n° 298: Se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=68173>

Colombia. (2016). *Ley n° 1819: Se adopta una reforma tributaria estructural*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/10.-Ley-1819-de-2016.pdf>

Colombia. (2017). *Decreto n° 926: Reglamenta el impuesto nacional al carbono y el mecanismo de no causación del impuesto*. <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/decreto-926-de-2017/>

Colombia. (2018). *Ley n° 1931: Se establecen directrices para la gestión del cambio climático*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1931-2018.pdf>

Colombia. (2018). *Resolución n° 1447: Se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de que trata el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015*. <https://asocarbono.org/wp-content/uploads/2022/02/resolucion-1447-de-2018.pdf>

Colombia. (2021). *Ley n° 2169: Se promueve el desarrollo bajo en carbono y se dictan otras disposiciones*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>

Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia. (2011). *Diretrizes para o Plano de Ação da Cidade de São Paulo para mitigação e adaptação às mudanças climáticas*. [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/diretrizes\\_para\\_o\\_plano\\_de\\_acao\\_1302029294.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/diretrizes_para_o_plano_de_acao_1302029294.pdf)

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2024). *Más de 100 proyectos registrados en CASA Colombia: Hito para la construcción sostenible*. <https://www.cccs.org.co/wp-content/uploads/2024/02/Nota-100-Proyectos-CASA.pdf>

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. (s.d.). *SIDAC: Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção*. <https://sidac.org.br>

Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. (2015). *Guia de normas técnicas para arquitetos e urbanistas*. [https://caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2\\_guia\\_normas\\_final.pdf](https://caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf)

Copernicus Climate Change Service. (2024). *European state of the climate 2023*. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2023>



CORFO. (2020). *Crédito Verde: Programa de refinanciamiento para proyectos de energías renovables, eficiencia energética y economía circular*.

<https://organizacionsociales.gob.cl/corfo-crea-credito-verde-para-reimpulsar-la-inversion-en-proyectos-de-energia-renovable-eficiencia-energetica-y-mejoras-ambientales>

CORFO. (2023). *Corfo anuncia novedades en programa Crédito Verde*.

[https://postulaciones.corfo.cl/sites/cpp/sala\\_de\\_prensa/nacional/08\\_11\\_2023\\_credito\\_verde](https://postulaciones.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/08_11_2023_credito_verde)

Cortese, T. T. P. (2013). *Mudanças climáticas na cidade de São Paulo: Avaliação da política pública municipal*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

<https://doi.org/10.11606/T.6.2013.tde-31072013-105505>

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4<sup>a</sup> ed.). Sage.

CTE. (s.d.). *Carbono incorporado: Como reduzir as emissões atreladas aos materiais de construção?*

<https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/carbono-incorporado-como-reduzir-as-emissoes-atreladas-aos-materiais-de-construcao/>

CVM. (2023). *Resolução CVM nº 193: Dispõe sobre a elaboração e divulgação de relatório de informações financeiras relacionadas à sustentabilidade*.

ELETROBRAS, & PROCEL. (2021). *Pesquisa de posse e hábitos de uso de equipamentos elétricos na classe residencial: PPH 2019*. [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee/publicacoes-e-estudos/RelatorioP1\\_Final.pdf](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee/publicacoes-e-estudos/RelatorioP1_Final.pdf)

Ellerman, A. D., Convery, F. J., & de Perthuis, C. (2010). *Pricing carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*. Cambridge University Press.

[https://assets.cambridge.org/97805211/96475/excerpt/9780521196475\\_excerpt.pdf](https://assets.cambridge.org/97805211/96475/excerpt/9780521196475_excerpt.pdf)

Ellerman, A. D., Marcantonini, C., & Zaklan, A. (2016). The European Union Emissions Trading System: Ten years and counting. *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 89–107. <https://doi.org/10.1093/reep/rev014>

EMBRAPA. (2022). *Desdobramentos da recente Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira*. <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/adaptacao-a-mudanca-do-clima/sinal-e-tendencia/desdobramentos-da-recente-contribuicao-nacionalmente-determinada-ndc>

EPE. (2021). *Balanco Energético Nacional 2021*. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>

EPE. (2024). *Anuário estatístico de energia elétrica 2024: Ano base 2023*. Brasília, DF. <https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/>

Escola Nacional de Administração Pública. (2020). *Avaliação quantitativa do poder de mercado: Investigação da conduta no oligopólio do cimento na região Sudeste do Brasil*. <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/5200/1/3-lugar-tema-1-profissional.pdf>

European Commission. (2005). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. <https://climate.ec.europa.eu>

European Commission. (2019). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: The European Green Deal*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>

European Commission. (2020). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662>

European Commission. (2021). *Fit for 55: Delivering the EU's 2030 climate target on the way to climate neutrality*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>

European Commission. (2023). *Market Stability Reserve*. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve_en)

European Parliament & Council of the European Union. (2020). *Posição do Conselho em primeira leitura tendo em vista a adoção do regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao estabelecimento de um regime para a promoção do investimento sustentável e que altera o Regulamento (UE) 2019/2088 (Dossiê Interinstitucional n.º 2018/0178 (COD))*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5639-2020-REV-2/pt/pdf>

European Parliament & Council of the European Union. (2023). *Directive (EU) 2023/1791 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast)*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj>

European Parliament & Council of the European Union. (2023). *Regulation (EU) 2023/956 establishing a carbon border adjustment mechanism*. <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj>

Fastmarkets. (2026). *Colombia carbon credit prices pressured by REDD+ oversupply: Colombia Carbon Forum*. <https://www.fastmarkets.com/insights/colombia-carbon-credit-prices-pressured-by-redd-oversupply-carbon-forum/>

Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219–245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>

Folha de S.Paulo. (2024). Mercado de carbono: Entenda projeto aprovado. <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/11/entenda-o-projeto-de-lei-do-mercado-de-carbono-aprovado-no-senado.shtml>

Fonseca, R. (2025). Greenwashing e créditos de carbono: Riscos jurídicos e reputacionais para grandes empresas. *Migalhas*. <https://www.migalhas.com.br/depeso/444339/greenwashing-e-creditos-de-carbono-riscos-juridicos-e-reputacionais>

Francisco Toniolo de, C., & Claudia Tannus Gurgel do, A. (2020). A extrafiscalidade tributária como instrumento para a concretização de políticas públicas: A construção de cidades sustentáveis e o estudo de caso do IPTU verde. *Revista de Direito da Cidade*. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/article/view/46124>

Fugazza, M. (s.d.). *Carbon pricing and the labour market*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035348466>

Fundação Getúlio Vargas. Escola de Administração de Empresas de São Paulo. (2008). *Programa Brasileiro GHG Protocol*. <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>

- Fundação Seade. (2023). *Déficit habitacional nos municípios paulistas*. <https://www.seade.gov.br>
- Fundação Vanzolini. (s.d.). *Como a certificação AQUA impulsiona modelos de negócios sustentáveis*. <https://vanzolini.org.br/noticias/aqua-hqe-impulsiona-negocios-sustentaveis/>
- Fundação Vanzolini. (s.d.). *Sobre a certificação AQUA-HQE™*. <https://vanzolini.org.br/organizacoes/certificacoes/aqua-hqe/>
- GBC Brasil. (2024). *GBC Brasil 2023 Report*. <https://www.gbcbrasil.org.br/gbc-brasil-2023-report/>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª ed.). Atlas.
- Global Alliance for Buildings and Construction. (2022, November 17). *Roadmap for net zero carbon buildings in Colombia*. <https://globalabc.org/index.php/events/roadmap-net-zero-carbon-buildings-colombia>
- Global Cement and Concrete Association. (2023). *Cement industry net zero progress report 2023*. <https://gccassociation.org/net-zero-roadmap-a-guide-to-net-zero-for-the-cement-and-concrete-sector/net-zero-progress-reports/>
- Global Cement and Concrete Association. (2024). *The cement industry net zero progress report*. [https://gccassociation.org/wp-content/uploads/2023/11/GCCA\\_Cement\\_Industry\\_Progress\\_Report\\_2023.pdf](https://gccassociation.org/wp-content/uploads/2023/11/GCCA_Cement_Industry_Progress_Report_2023.pdf)
- Green Climate Fund. (2024). *Annual report 2023*. <https://www.greenclimate.fund/annual-report-2023>
- GVCES. (2023). *Considerações sobre a construção da taxonomia sustentável brasileira*. Fundação Getúlio Vargas. <https://eaesp.fgv.br/producao-intelectual/consideracoes-para-taxonomia-sustentavel-brasil-com-foco-biodiversidade>
- Howlett, M. (2011). *Designing public policies: Principles and instruments*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003343431>
- Howlett, M., & Rayner, J. (2007). Design principles for policy mixes: Cohesion and coherence in new governance arrangements. *Policy and Society*, 26(4), 1–18.
- IBGE. (2023). *Censo demográfico 2022: Resultados do universo*. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>
- IBGE. (2024). *Pesquisa anual da indústria da construção: PAIC 2022*. Rio de Janeiro: IBGE. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html>
- IBICT. (2023). *SICV Brasil: Banco nacional de inventários do ciclo de vida de produtos brasileiros*. <https://sicv.acv.ibict.br>
- ICAP, & IETA. (2021). *Status e tendências dos mercados regulados e voluntários de carbono na América Latina*. Green Finance LAC. [https://greenfinancelac.org/wp-content/uploads/2021/11/201129\\_IDB\\_ComplianceVoluntary\\_Paper-PT\\_online.pdf](https://greenfinancelac.org/wp-content/uploads/2021/11/201129_IDB_ComplianceVoluntary_Paper-PT_online.pdf)
- IEA (2023). *Energy technology perspectives 2023*. IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>
- IEA. (2018). *The future of cooling*. IEA. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling>



IFC. (2021, October 29). *Colombia: Green buildings accelerate from zero to 20 percent of the market in four years*. <https://edgebuildings.com/the-transformation-of-colombias-green-building-market-from-zero-to-20-percent/>

INMET. (2024). *Boletins climatológicos mensais e monitoramento de eventos extremos*. <https://portal.inmet.gov.br>

Inmetro. (2024). *Portaria nº 23, de 25 de abril de 2024: altera a Portaria Inmetro nº 309, de 6 de setembro de 2022 [requisitos de avaliação da conformidade para eficiência energética das edificações]*. <http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC003044.pdf>

Instituto Aço Brasil. (2023). *Anuário estatístico 2023*. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil. [https://www.acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2023/07/AcoBrasil\\_Anuario\\_2023.pdf](https://www.acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2023/07/AcoBrasil_Anuario_2023.pdf)

Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (IC-VCM). (2023). *Core carbon principles and assessment framework*. <https://icvcm.org>

International Capital Market Association. (2023). *Sustainability-linked bond principles*. ICMA. <https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/sustainability-linked-bond-principles-slb/>

International Carbon Action Partnership. (2025). *Emissions trading worldwide: Status report 2025*. Berlim, Alemanha. [https://icapcarbonaction.com/system/files/document/250612\\_icap\\_sr25\\_june-updates.pdf](https://icapcarbonaction.com/system/files/document/250612_icap_sr25_june-updates.pdf)

International Energy Agency. (2021). *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector*. IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

International Urban Cooperation Programme. (2019). *Financiamiento verde: EcoVivienda, crédito hipotecario para viviendas con calificación energética en Chile*. [https://iuc.eu/fileadmin/user\\_upload/Regions/iuc\\_lac/user\\_upload/ESP\\_Cobertura\\_Nacional\\_-\\_Ecovivienda.pdf](https://iuc.eu/fileadmin/user_upload/Regions/iuc_lac/user_upload/ESP_Cobertura_Nacional_-_Ecovivienda.pdf)

IPCC. (2007). *Climate change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg3>

IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3>

IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr>

IPEA. (2011). *Mudança do clima no Brasil: Aspectos econômicos, sociais e regulatórios*. IPEA. <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>

Jordan, A. J., Huitema, D., Hildén, M., Rayner, T. J., & Van Asselt, H. (2015). Emergence of polycentric climate governance and its future prospects. *Nature Climate Change*, 5(11), 977–982. <https://doi.org/10.1038/nclimate2725>

Jordan, A., Huitema, D., Van Asselt, H., & Forster, J. (2018). *Governing climate change: Polycentricity in action?* Cambridge University Press. <https://www.sei.org/publications/governing-climate-change-polycentricity-action/>

- Jüngling, E., Sgaravatti, G., Tagliapietra, S., & Zachmann, G. (2025). *Making the best of the new EU Social Climate Fund: Governments should employ good practices in tackling building and transport emissions whilst protecting the most vulnerable*. Bruegel. <https://www.bruegel.org/policy-brief/making-best-new-eu-social-climate-fund>
- La Rovere, E. L. (2011). *A regulação das emissões de gases de efeito estufa no Brasil*. IPEA. <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1894>
- La Rovere, E. L., et al. (2016). *Implicações econômicas e sociais de cenários de mitigação de gases de efeito estufa no Brasil até 2030: Sumário técnico*. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.
- Leff, E. (2006). *A racionalidade ambiental: A reapropriação social da natureza*. Civilização Brasileira.
- MapBiomass. (2023). *Cidades crescem mais em áreas de risco a desastres climáticos*. <https://brasil.mapbiomas.org/2023/10/31/cidades-crescem-mais-em-areas-de-risco-a-desastres-climaticos/>
- Maricato, E. (2011). *O impasse da política urbana no Brasil*. Vozes.
- McKinsey & Company. (2020). *Data to the rescue: Embodied carbon in buildings and the urgency of now*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/data-to-the-rescue-embodied-carbon-in-buildings-and-the-urgency-of-now>
- McKinsey & Company. (2022, November 4). *The green hidden gem: Brazil's opportunity to become a sustainability powerhouse*. <https://www.mckinsey.com/br/en/our-insights/all-insights/the-green-hidden-gem-brazils-opportunity-to-become-a-sustainability-powerhouse>
- MCTI. (2021). *Quarta comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília, DF. <https://www.gov.br/mcti/pt-br>
- Ministério da Economia & INMETRO. (2022). *Portaria nº 309, de 6 de setembro de 2022: Aprova as instruções normativas e os requisitos de avaliação da conformidade para a eficiência energética das edificações comerciais, de serviços e públicas e residenciais*. <http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002989.pdf>
- MMA. (2024). *Plano Clima: Estratégias gerais e planos setoriais para mitigação e adaptação*. <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima/apresentacao-plano-clima-atualizada-mai24-lgc-1.pdf>
- Muzzi, E., & Pereda, P. C. (2026). Carbon taxes and climate action: Lessons from Mexico, Colombia, and Argentina. *Energy Policy*. <https://ideas.repec.org/a/eee/enepol/v213y2026ics0301421526001254.html>
- Nobre, C. A., & Marengo, J. A. (2011). *Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo*. INPE/UNICAMP. [https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/relatorio-final/megacidades\\_RMSP.pdf](https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/relatorio-final/megacidades_RMSP.pdf)
- Observatório do Clima. (2023). *Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970–2021)*. <https://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2023/04/SEEG-10-anos-v5.pdf>
- OECD. (1972). *Recommendation of the Council on Guiding Principles concerning the International Economic Aspects of Environmental Policies*.

- OECD. (2023). *Climate finance provided and mobilised by developed countries in 2013–2022*. OECD Publishing. [https://www.oecd.org/en/publications/climate-finance-provided-and-mobilised-by-developed-countries-in-2013-2022\\_19150727-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/climate-finance-provided-and-mobilised-by-developed-countries-in-2013-2022_19150727-en.html)
- OECD. (2023). *Pricing greenhouse gas emissions: Turning climate targets into climate action*. OECD Publishing.
- OECD. (2026). *Pricing greenhouse gas emissions: Key findings for Colombia*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/carbon-pricing-and-energy-taxes/carbon-pricing-colombia.pdf>
- Okereke, C. (2010). Climate justice and the international regime. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(3), 462–474.
- ONS. (2022). *Relatório de operação do Sistema Interligado Nacional 2022*. [https://www.ons.org.br/relatorio\\_anual/index2022.html](https://www.ons.org.br/relatorio_anual/index2022.html)
- ONU. (1992). *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>
- ONU. (2022). *2022 global status report for buildings and construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/41133>
- ONU. (2023). *Emissions gap report 2023: Broken record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. UNEP. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2023>
- Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550–557.
- PBE Edifica. (2025). *Audiência pública sobre a proposta de regulamentação dos índices mínimos de eficiência energética para novas edificações a serem construídas no país*. <https://www.pbeedifica.com.br/node/911>
- Pigou, A. C. (1932). *The economics of welfare* (4th ed.). Macmillan.
- PROCEL. (2021). *Relatório de resultados 2021: Ano-base 2020*. <http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2021/>
- Röck, M., et al. (2020). Embodied GHG emissions of buildings: The hidden challenge for effective climate change mitigation. *Applied Energy*, 258, 114107.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Sachs, I. (2009). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Garamond.
- São Paulo (Cidade). (2009). *Decreto n.º 50.866, de 21 de setembro de 2009*. Dispõe sobre as competências, a composição e o funcionamento do Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia, instituído pelo art. 42 da Lei n.º 14.933/2009. Diário Oficial da Cidade de São Paulo. <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-50866-de-21-de-setembro-de-2009>
- São Paulo (Cidade). (2012). *SP 2040: a cidade que queremos*. [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/licenciamento/arquivos/sp2040\\_ebook.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/licenciamento/arquivos/sp2040_ebook.pdf)
- São Paulo (Cidade). (2016). *Projeto de Lei nº 619, de 21 de dezembro de 2016*. Diário Oficial da Cidade de São Paulo. <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/projeto-de-lei-619-de-21-de-dezembro-de-2016>

São Paulo (Cidade). (2017). *Lei n° 16.642, de 9 de maio de 2017*. Código de Obras e Edificações – COE. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16642-de-09-de-maio-de-2017>

São Paulo (Cidade). (2021). *Decreto n.º 60.290, de 4 de junho de 2021*. Altera os arts. 3.º e 4.º do Decreto n.º 50.866/2009, que dispõe sobre o Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-60290-de-4-de-junho-de-2021>

São Paulo (Cidade). (2021). *Decreto n° 60.289, de 3 de junho de 2021*. Institui Grupo de Trabalho Intersecretarial – PlanClimaSP. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-60289-de-3-de-junho-de-2021>

São Paulo (Cidade). (2021). *PlanClimaSP: Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020–2050*.

[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/PlanClimaSP\\_BaixaResolucao.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf)

São Paulo (Cidade). (2023). *Lei n° 17.975, de 8 de julho de 2023*. Revisão Intermediária do Plano Diretor Estratégico] Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-17975-de-8-de-julho-de-2023>

São Paulo (Cidade). (2024). *Lei n° 18.081, de 19 de janeiro de 2024: dispõe sobre a revisão parcial da Lei n° 16.402, de 22 de março de 2016, visando à compatibilização de seu texto original com as supervenientes alterações decorrentes da promulgação da Lei n° 17.975, de 8 de julho de 2023 – Revisão Intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo*. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-18081-de-19-de-janeiro-de-2023>

São Paulo (Cidade). (2024). *Lei n° 18.177, de 25 de julho de 2024*. Ajustes à Lei de Zoneamento. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-18177-de-25-de-julho-de-2024>

São Paulo (Cidade). (2024). *Portaria SVMA n° 129, de 30 de dezembro de 2024* [metodologia para inventários de gases de efeito estufa no município]. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-secretaria-municipal-do-verde-e-do-meio-ambiente-svma-129-de-30-de-dezembro-de-2024>

São Paulo (Cidade). (2024). *Resolução SVMA/CADES n° 284, de 20 de dezembro de 2024* Critérios climáticos para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da Cidade de São Paulo.

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/resolucao-secretaria-municipal-do-verde-e-do-meio-ambiente-svma-cades-284-de-20-de-dezembro-de-2024>

São Paulo. <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-18081-de-19-de-janeiro-de-2023>

Schneider, L., Füssler, J., La Hoz Theuer, S., Kohli, A., Graichen, J., Healy, S., & Kollmuss, A. (2019). Double counting and the Paris Agreement rulebook. *Science*, 366(6462), 180–183.

<https://doi.org/10.1126/science.aay8750>

Secovi-SP. (2026). *Balanço do mercado imobiliário 2025*. Secovi-SP.

<https://secovi.com.br/pesquisas-e-indices/>

Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. (2024). *Síntese do inventário de gases de efeito estufa do município de São Paulo – 2021*. Prefeitura do Município de São Paulo.

[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/NOVO\\_Planilha%20sIntese%20InventArio%202021\(2\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/NOVO_Planilha%20sIntese%20InventArio%202021(2).pdf)

- SEEG. (2024). *Plataforma SEEG*. <https://plataforma.seeg.eco.br/>
- Seto, K. C., Davis, S. J., Mitchell, R. B., Stokes, E. C., Unruh, G., & Ürge-Vorsatz, D. (2016). Carbon lock-in: Types, causes, and policy implications. *Annual Review of Environment and Resources*, 41, 425–452. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085934>
- Silva Filho, C. D. C. E. (2012). O princípio do poluidor-pagador: Da eficiência econômica à realização da justiça. *Revista de Direito da Cidade*, 4(2), 111–128. <https://doi.org/10.12957/rdc.2012.9714>
- SINDUSCON-SP, GIZ, & Secretaria Nacional de Habitação. (2024). *CECarbon: Calculadora de consumo energético e emissões de carbono na construção civil*. SindusCon-SP. <https://construcaosustentavel.com.br/cecarbon>
- SMUL – Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (PLANURB). (2022). *Diagnóstico de aplicação do Plano Diretor Estratégico 2014–2021*. Prefeitura do Município de São Paulo. <https://planodiretorsp.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/Diagnostico-de-Aplicacao-do-PDE-2014-21.pdf>
- SNIC. (2025). *Relatório setorial: Indústria do cimento*. [https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2025/03/20250310\\_SNIC\\_Vendas-de-cimento\\_FEV24.pdf](https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2025/03/20250310_SNIC_Vendas-de-cimento_FEV24.pdf)
- Sotto, D., Farias, R. S., Lima, G. T. N., & Buckeridge, M. S. (2019). Sustentabilidade urbana: Dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. *Estudos Avançados*, 33(96), 7–28. <https://www.scielo.br/j/ea/a/zxSGtbCVxzKVSfZnGs3DWct/?lang=pt>
- Superintendência de Seguros Privados. (2022, 27 junho). *Circular n.º 666, de 27 de junho de 2022*. <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=433225>
- Task Force on Climate-related Financial Disclosures. (2017). *Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures*. Financial Stability Board. <https://www.fsb-tcfd.org/publications/final-recommendations-report>
- Triana, M. A., Lamberts, R., & Sassi, P. (2015). Caracterização de tipologias construtivas habitacionais brasileiras para avaliação de eficiência energética. *Ambiente Construído*, 15(1), 7–23. <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/40213>
- U.S. Green Building Council. (2019). *LEED v4.1: Reference guide for building design and construction*. USGBC. <https://www.usgbc.org/leed/v41>
- UN-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. UN-Habitat. [https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr\\_2022.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf)
- União Europeia. (2020). Regulamento (UE) 2020/852 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de junho de 2020, relativo ao estabelecimento de um quadro com vista a facilitar o investimento sustentável e que altera o Regulamento (UE) 2019/2088. *Jornal Oficial da União Europeia*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0852>
- União Europeia. (2023). Diretiva (UE) 2023/959 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 10 de maio de 2023, que altera a Diretiva 2003/87/CE relativa à criação de um sistema de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na União e a Decisão (UE) 2015/1814 relativa à criação e ao funcionamento de uma reserva de estabilidade do mercado para o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa da União. *Jornal Oficial da União Europeia*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32023L0959>



- União Europeia. (2023). Regulamento (UE) 2023/955 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 10 de maio de 2023, que cria o Fundo Social para o Clima e altera o Regulamento (UE) 2021/1060. *Jornal Oficial da União Europeia*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0955>
- União Europeia. (2024). Diretiva (UE) 2024/1275 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de abril de 2024, relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação). *Jornal Oficial da União Europeia*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32024L1275>
- União Europeia. (2026). *Level(s): European framework for sustainable buildings*. Comissão Europeia. [https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels\\_en](https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels_en)
- United Nations Environment Programme. (2023). *Emissions gap report 2023: Broken record: Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. UNFCCC. [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2021). *Climate finance delivery plan: Meeting the US\$100 billion goal*. UNFCCC. <https://unfccc.int/climate-finance-delivery-plan>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2023). *UNFCCC global stocktake*. UNFCCC. <https://unfccc.int/topics/global-stocktake>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2024). *Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its sixth session, held in Baku from 11 to 24 November 2024*. UNFCCC. <https://unfccc.int/cop29/auvs>
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. United Nations. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United Nations. (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization*. UN-Habitat. [https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr\\_2020\\_report.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf)
- Ürge-Vorsatz, D., Khosla, R., Bernhardt, R., Chan, Y. C., Vérez, D., Hu, S., & Cabeza, L. F. (2020). Advances toward a net-zero global building sector. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 227–269. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012420-045843>
- Verra. (2025, 16 maio). *Chile's carbon market grows, illustrates potential of regulatory frameworks*. Verra. <https://verra.org/chiles-carbon-market-grows-illustrates-potential-of-regulatory-frameworks/>
- Viola, E., & Franchini, M. (2012). Climate governance in an international system under conservative hegemony: The role of major powers. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 55(spe), 9–29. <https://doi.org/10.1590/S0034-73292012000300002>
- Viola, E., & Franchini, M. (2018). *Brazil and climate change: Beyond the Amazon*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315101651>
- Weitzman, M. L. (1974). Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*, 41(4), 477–491.
- World Bank. (2021). *World development indicators: Urban population (% of total population)*. The World Bank. <https://data.worldbank.org/country/brazil>

World Bank. (2023). *Brasil – Relatório sobre o clima e desenvolvimento para o país*. World Bank Publications.

<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/af026935-5f2d-4edd-b19e-d8fb66f6e9da/content>

World Bank. (2023). *State and trends of carbon pricing: International carbon markets*. World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/40700>

World Bank. (2024). *State and trends of carbon pricing 2024*. World Bank. <https://hdl.handle.net/10986/41544>

World Economic Forum. (2024). *The global risks report 2024*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/>

World Economic Forum. (2025). *The global risks report 2025*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/>

Worrell, E., Price, L., Hendriks, C., & Martin, N. (2001). Carbon dioxide emissions from the global cement industry. *Annual Review of Energy and the Environment*, 26(1), 303–329. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.26.1.303>

Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (5. ed.). Bookman.

Zero Consulting. (2025). *Chile: Claves de la nueva calificación energética obligatoria de viviendas 2025*. Zero Consulting. <https://blog.zeroconsulting.com/cev-chile-claves-nueva-eficiencia-energ%C3%A9tica-obligatoria-viviendas-2025>

## APÊNDICE A: Matriz de codificação

Quadro 13 — Nível 1 (categorias codificadas a partir do corpus)

| <b>Cód.</b> | <b>Definição operacional</b>                                                                                                               | <b>Regra de inclusão (o que conta como unidade de registro)</b>                                                                                                                        | <b>Regra de fronteira (par confundível → critério decisor)</b>                                                                                                                                                                                                |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1          | Trechos que caracterizam o alcance setorial da política climática e seu grau de consolidação institucional (de declaratória a vinculante). | Inclui-se quando o documento fixa meta climática com horizonte temporal, ou estabelece base legal estruturante (lei-marco), ou prevê revisão periódica de instrumentos.                | C1 × C5: meta com horizonte futuro = C1; efeito já documentado = C5 (critério: tempo verbal: "reduzir até" vs. "reduziu"). A maturidade atribui-se pela presença de vinculação jurídica + revisão + integração intersetorial, nunca pela retórica de ambição. |
| C2          | Trechos que descrevem o mecanismo de preço, sua cobertura e seu nível.                                                                     | Inclui-se quando o documento especifica tipo (ETS/taxa), alíquota ou teto e setores cobertos. Exclui-se menção genérica a "precificação" sem parâmetro.                                | C2 × C4: C2 é a geração do sinal de preço; o destino da receita arrecadada = C4 (critério: a unidade descreve como se cobra, ou como se gasta o arrecadado?).                                                                                                 |
| C3          | Trechos sobre normas e padrões de desempenho de edificações.                                                                               | Inclui-se quando há norma com métrica de desempenho (energético ou de carbono). Marcar subtipo: C3-vinculante (exigência mandatória, código, diretiva) vs. C3-informacional/voluntário | C3 × C7: a norma em si (vinculante ou voluntária) é unidade de C3; o canal pelo qual ela atinge o edifício (informacional, direto) é classificação de C7, inferida (critério: aqui codifica-se o                                                              |



| <b>Cód.</b> | <b>Definição operacional</b>                                                                    | <b>Regra de inclusão (o que conta como unidade de registro)</b>                                                                                                                                                                   | <b>Regra de fronteira (par confundível → critério decisor)</b>                                                                                                                                                                                        |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                 | (etiqueta, certificação sem obrigatoriedade legal).                                                                                                                                                                               | instrumento; em C7 codifica-se o mecanismo de transmissão). Norma voluntária nunca conta como vinculante: marcar o subtipo, jamais elevá-la a mandatória.                                                                                             |
| C4          | Trechos sobre mecanismos que viabilizam investimento de baixo carbono ou redistribuem receitas. | Inclui-se quando há instrumento financeiro identificável (fundo, linha de crédito, taxonomia, hipoteca verde) ou destinação explícita de receita de leilão/imposto. Marcar subtipo: financeiro-acesso vs. redistributivo-receita. | C4-redistributivo × C4-acesso (subtipos): redistribui receita de carbono vs. apenas facilita crédito, critério: a fonte do recurso é a receita da precificação?                                                                                       |
| C5          | Trechos que reportam efeito documentado sobre desempenho, emissões ou mercado de edificações.   | Inclui-se apenas com resultado verificável (redução de emissões, nº de certificações, evolução de preço). Marcar gradação: resultado-mensurado vs. resultado-institucional (ex.: "fortalecimento de capacidades").                | C5 × C1: resultado é ex post e documentado; meta é ex ante (= C1) Critério: já ocorreu e foi medido, ou ainda é compromisso? "Fortalecimento institucional" é resultado fraco, não nulo: codifica-se como resultado-institucional, não como ausência. |
| C6          | Trechos que identificam                                                                         | Inclui-se quando documento ou literatura aponta insuficiência                                                                                                                                                                     | C6 × C5-negativo: C6 é o que impede o efeito de                                                                                                                                                                                                       |

| <b>Cód.</b> | <b>Definição operacional</b>                   | <b>Regra de inclusão (o que conta como unidade de registro)</b>                                                                                       | <b>Regra de fronteira (par confundível → critério decisor)</b>                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | barreira, lacuna ou efeito adverso do arranjo. | (preço baixo, ausência de meta vinculante, risco distributivo, lock-in, dependência de compensação). Marcar: limite estrutural vs. limite de desenho. | acontecer (barreira); C5-negativo é o efeito ruim que já se materializou . Critério: obstáculo prospectivo vs. resultado adverso observado. Limite estrutural (vida útil longa, fragmentação federativa) é comum aos casos; limite de desenho (alíquota baixa, ausência de reinvestimento) é corrigível |

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 14 — Nível 2 — Categorias de inferência comparativa (derivadas, não extraídas)

| <b>Cód.</b> | <b>Definição</b>                                                            | <b>Regra de atribuição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Dependência e natureza inferencial</b>                                    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| C7          | Canal pelo qual o sinal econômico do carbono alcança (ou não) a edificação. | Atribui-se um valor dominante entre quatro: direto (regulação incide sobre o próprio edifício), indireto-preço (pass-through de custo do insumo), indireto-financeiro (crédito, seguro, valuation), informacional (etiqueta, EPD, certificação como sinalizador). Admite-se valor composto (ex.: "direto + indireto-preço") quando o corpus documenta mais de um canal ativo; nesse caso, | Inferida das unidades já codificadas em C2, C3 e C4 . Classificação própria. |

| <b>Cód.</b> | <b>Definição</b>                                     | <b>Regra de atribuição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Dependência e natureza inferencial</b>                                                                                                                          |
|-------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                      | indicar o dominante.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                    |
| C8          | Aplicabilidade do mecanismo ao caso brasileiro/SBCE. | Para os casos internacionais, atribui-se grau alta / média / baixa, com justificativa ancorada em (a) similaridade institucional/escalar com o Brasil e (b) lição extraível. Exceção (Matriz B): para Brasil e São Paulo, a categoria não mede transferibilidade . Não se transfere lição para si , mas registra implicações para o desenho do SBCE / papel do município; manter o código por simetria, relabelando a função na célula. | Inferida de C1 + C7. O que se avalia como transferível é o mecanismo (como o sinal é transmitido ou bloqueado), nunca a escala de governo em que foi implementado. |

Fonte: Elaboração própria.

## APÊNDICE B — Matriz de Codificação dos Países Estudados

Quadro 15 — União Europeia

| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro (conteúdo do documento-fonte)</b>                                                                                 | <b>Fonte</b>                      | <b>Codificação</b>                                      |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| C1          | Neutralidade climática até 2050 como objetivo juridicamente vinculante; integração clima-energia-habitação-finanças.                     | European Green Deal (2019)        | Maturidade alta (vinculação + integração intersetorial) |
| C2          | EU ETS desde 2005, cap-and-trade, ~40% das emissões; preço >€60/tCO <sub>2</sub> (2021–23); MSR; ETS-2 para combustíveis em edificações. | Dir. UE 2023/959; Comissão (2023) | ETS maduro, nível alto, trajetória previsível           |
| C3          | EPBD revisada exige cálculo/divulgação do GWP de ciclo de vida (novos >1.000 m <sup>2</sup> em 2028; todos em 2030); Renovation Wave.    | Dir. UE 2024/1275                 | Vinculante, com carbono incorporado                     |
| C4          | Social Climate Fund até €86,7 bi (2026–32) para renovação, troca de aquecimento e apoio à renda de vulneráveis.                          | Reg. UE 2023/955                  | Redistributivo-receita                                  |
| C5          | –47% de emissões nos setores regulados pelo EU ETS (2005–23); edificações fora do ETS I–IV.                                              | Comissão (2023)                   | Resultado-mensurado (fora de edificações)               |
| C6          | Edificações não reguladas diretamente pelo ETS I; custo do retrofit no estoque; desafios distributivos na extensão ao ETS-2.             | Jüngling et al. (2025)            | Limite estrutural + de desenho                          |
| C7          | No ETS-2, os obrigados são os fornecedores de combustíveis fósseis;                                                                      | Dir. UE 2023/959                  | Indireto-preço (upstream); direto                       |

| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro (conteúdo do documento-fonte)</b>                                          | <b>Fonte</b>                 | <b>Codificação</b>     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
|             | custo repassado via preço de energia.                                                             |                              | emergente              |
| C8          | Alocação gratuita não elimina pass-through; SCF como salvaguarda; Buy Clean europeu em discussão. | CE Delft/Öko-Institut (2015) | Transferibilidade alta |

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 16 — Califórnia

| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro</b>                                                                                                           | <b>Fonte</b>                    | <b>Codificação</b>                                 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| C1          | AB 32 (2006), SB 32 (2016), AB 1279 (2022, neutralidade 2045); Scoping Plan 2022; integração clima-energia-uso do solo.              | CARB (2022)                     | Maturidade alta (subnacional)                      |
| C2          | Cap-and-Trade desde 2013, ~80–85% das emissões, teto decrescente, piso e teto de preço, linkage Québec 2014.                         | CARB (2025)                     | ETS maduro, cobertura ampla, trajetória previsível |
| C3          | CALGreen exige redução de carbono incorporado via ACV/EPD/reuso (vigência 07/2024); Title 24; AB 2446.                               | CALGreen / Title 24 P.11 (2024) | Vinculante, com incorporado                        |
| C4          | Receitas de leilão → GGRF; ≥35% dos recursos a comunidades de baixa renda (California Climate Investments).                          | CARB / CCI                      | Redistributivo-receita                             |
| C5          | Melhoria gradual de desempenho; indução a inovação e materiais de baixo carbono; redução no setor de energia que alimenta edifícios. | Baranzini et al. (2017)         | Resultado parcial (institucional + energia)        |
| C6          | Complexidade regulatória; custos de                                                                                                  | Quadro 7                        | Limite de desenho                                  |

| Cód. | Unidade de registro                                                                                                | Fonte            | Codificação                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|
|      | conformidade; dependência de coordenação local e de estabilidade política estadual.                                | (corpus)         |                                |
| C7   | Indireto via energia/combustíveis; direto via códigos obrigatórios; emergente via regulação de materiais (AB 262). | AB 262 (2017/18) | Misto: direto + indireto-preço |
| C8   | Buy Clean exige EPD verificada e limites de GWP para aço, concreto e vidro em obra pública.                        | AB 262 (2018)    | Transferibilidade alta         |

Fonte: Elaboração própria.

#### Quadro 17 — Chile

| Cód. | Unidade de registro                                                                                                             | Fonte                        | Codificação                                      |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| C1   | ECLP 2021; Ley Marco 21.455/2022, neutralidade 2050; Planos Setoriais obrigatórios, incl. Vivienda y Urbanismo.                 | Ley 21.455/2022              | Em consolidação; robustez legal a partir de 2022 |
| C2   | Impuesto Verde sobre fontes $\geq 25.000$ tCO <sub>2</sub> /ano a US\$ 5/tCO <sub>2</sub> ; sem trajetória crescente vinculada. | Ley 20.780/2014; 21.210/2020 | Taxa, cobertura parcial, nível baixo             |
| C3   | Ley 21.305/2021 torna a qualificação energética obrigatória para recepção final; CEV exigível a partir de out/2025.             | Ley 21.305; Dec. 5/2024      | C3-fraco → tornando-se vinculante                |
| C4   | EcoVivienda (crédito hipotecário preferencial, CEV $\geq$ D); programas MINVU de retrofit; Crédito Verde CORFO.                 | BancoEstado (2020)           | Financeiro-acesso (não redistributivo-receita)   |
| C5   | Fortalecimento institucional; avanços                                                                                           | Quadro 5                     | Resultado-institucional;                         |

| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro</b>                                                                            | <b>Fonte</b>                  | <b>Codificação</b>                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
|             | graduais em novas edificações; impacto limitado no estoque existente.                                 | (corpus)                      | sem mensurado de emissões            |
| C6          | Preço baixo; ausência de metas setoriais vinculantes; hiato Impuesto Verde (US\$5) vs PSC (US\$71,1). | CEPAL (2025)                  | Limite de desenho                    |
| C7          | Pass-through reduzido pelo preço baixo; sinalização via etiqueta CEV.                                 | Quadro 5<br>(corpus)          | Indireto-preço fraco + informacional |
| C8          | Insuficiência do sinal isolado; importância do fortalecimento institucional prévio.                   | Climate Action Tracker (2024) | Transferibilidade média              |

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 18 — Colômbia

| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro</b>                                                                                                                        | <b>Fonte</b>               | <b>Codificação</b>                          | <b>Inferência</b>                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| C1          | SISCLIMA (Dec. 298/2016); PNCC 2017; Lei 1931/2018 (PIGCCS/PIGCCT, coordenação multinível).                                                       | Lei 1931/2018              | Governança multinível, maturidade crescente | Arquitetura policêntrica aplicável a habitação/infra urbana. |
| C2          | Impuesto Nacional al Carbono (Lei 1819/2016): COP 27.399/tCO <sub>2</sub> e em 2025 (~US\$7,64), projeção COP 42.609 em 2026; sobre combustíveis. | Lei 1819/2016; DIAN (2025) | Taxa, nível baixo, com atualização          | Abaixo dos patamares que induziriam reconversão.             |

| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro</b>                                                                                                              | <b>Fonte</b>                             | <b>Codificação</b>                           | <b>Inferência</b>                                                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| C3          | Res. 0549/2015 (atual. 0194/2025): percentuais mínimos de economia de água/energia para novas edificações, vinculados ao licenciamento. | Res. 0549/2015; 0194/2025                | Requisitos mínimos (sem incorporado)         | Passagem de diretriz a requisito verificável; ainda operacional. |
| C4          | Taxonomía Verde de Colombia; mecanismo de não causação gera demanda doméstica por créditos.                                             | Dec. 926/2017                            | Financeiro-acesso + taxonomia                | Aproxima clima e financiamento; sem receita redistributiva.      |
| C5          | Mercado de créditos dinamizado (236 projetos, 231 Mt); porém Muzzi & Pereda (2026) não acham redução significativa de emissões.         | ASOCARBONO (2025); Muzzi & Pereda (2026) | Resultado-institucional + mensurado negativo | Atividade de mercado $\neq$ redução de emissões.                 |
| C6          | Dependência de compensações; metas setoriais não vinculantes; créditos REDD+ a US\$2–3,50 abaixo da taxa fiscal.                        | Fastmarkets (2026)                       | Limite de desenho                            | Compensação barata substitui reconversão estrutural.             |
| C7          | Pass-through limitado; informacional; compensações como canal de sinalização.                                                           | Quadro 6 (corpus)                        | Indireto-preço fraco + informacional         | Inferida de C2+C4.                                               |
| C8          | PNCTE: criação legal de                                                                                                                 | Lei 1931/2018                            | Transferibilidade                            | Inferida de                                                      |



| <b>Cód.</b> | <b>Unidade de registro</b>                                       | <b>Fonte</b> | <b>Codificação</b> | <b>Inferência</b>                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------------------|
|             | cotas $\neq$ mercado operante; exige etapa de operacionalização. |              | média              | C1+C2. Lição direta para o estágio do SBCE. |

Fonte: Elaboração própria.