



Economia Circular.
Cidades do Futuro e Descarbonização

Estudo diagnóstico das Cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo



Sumário



APRESENTAÇÃO



MENSAGEM EXECUTIVA



INTRODUÇÃO

- 1.1. Cidades e economia circular
- 1.2. Os 3 princípios para a circularidade das cidades
- 1.3. Tecnologia e pessoas
- 1.4. Panorama das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro



PANORAMA DAS EMISSÕES DE GEE

- 2.1. Emissões totais
- 2.2. Transporte
- 2.3. Fontes estacionárias
- 2.4. Resíduos



METAS DE MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE

- 3.1. São Paulo
- 3.2. Rio de Janeiro



CONSTRUINDO UMA CIDADE CIRCULAR: 6 PONTOS-CHAVE

- 4.1. Repensar o modelo das cidades é necessário
- 4.2. Novos modelos de negócio são imprescindíveis
- 4.3. A matriz elétrica brasileira importa
- 4.4. Descarbonizar cidades aumenta a qualidade de vida dos cidadãos
- 4.5. Tecnologia e processos de governança na transição
- 4.6. A participação de todos é essencial



CIDADES CIRCULARES E O GRUPO ENEL



REFERÊNCIAS

Guia de navegação

Para facilitar a consulta, o documento possui ícones com links que permitem a navegação

Sumário
 Ir para...

Retornar/avançar
 Imprimir

Apresentação



Este documento apresenta uma síntese do diagnóstico realizado nos **Planos de Ação Climática** das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, que avaliou o potencial de aplicação dos princípios de Economia Circular para a descarbonização da economia. O diagnóstico partiu dos dados de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) dessas cidades e da análise das ações propostas para mitigação e/ou compensação dessas emissões visando sua neutralidade em 2050. Diante das análises realizadas, **6 pontos-chave** foram destacados e podem servir de base para a reflexão de como as cidades podem avançar com o desenvolvimento de soluções circulares de forma pragmática e impactante:

- 1) Repensar o modelo das cidades é necessário.
- 2) Novos modelos de negócio são imprescindíveis.
- 3) A matriz elétrica brasileira importa.
- 4) Descarbonizar cidades aumenta a qualidade de vida dos cidadãos.
- 5) A tecnologia pode auxiliar os processos de governança na transição.
- 6) Mudança cultural e comportamento do consumidor devem caminhar juntos.

A partir destas conclusões, ações futuras foram apresentadas, contribuindo de forma prática para a transição.

Palavras-chave: **economia circular;**
descarbonização das cidades.

Mensagem Executiva



Nos últimos anos vemos o gradual avanço no debate sobre um modelo econômico circular. A discussão que parecia se restringir a poucos atores da sociedade passou a ser um ponto de partida fundamental para o desenvolvimento de uma nova economia que combina inovação e sustentabilidade, alinhada as metas da Agenda 2030 do Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU).

Não deixar ninguém para trás. Nosso compromisso com a Agenda 2030 reforça a urgência pela transição de modelo econômico, do linear para o circular que, ao avançar, impulsiona as alternativas de descarbonização das nossas atividades e ações para que a transição energética seja justa, com o objetivo de garantir um futuro sustentável, diverso e inclusivo para todos e todas. Cenário que exige um rápido desenvolvimento das fontes renováveis, a eletrificação do consumo e novas tecnologias de redes inteligentes e sistemas de armazenamento.

Para atingirmos plenamente os nossos objetivos é fundamental que a tecnologia e as escolhas priorizem a sustentabilidade e as estratégias de circularidade, desde a fase de design, passando pelos insumos que serão utilizados, as cadeias logísticas e de fornecimento associadas, a operacionalização, o consumo e as estratégias de reuso, redistribuição, e ainda, de gestão de ativos em seu final de vida útil.

As grandes cidades manifestam inúmeras necessidades e a vida dentro delas se mostra cada vez mais complexa, com diferentes expectativas e demandas

por parte das pessoas. Quase tudo na cidade muda a todo tempo e precisamos estar preparados para responder as novas necessidades do presente e do futuro das pessoas. Nesse sentido, um modelo econômico circular representa principalmente uma oportunidade para que as cidades possam desenvolver novas estratégias para temas latentes, como o combate às mudanças climáticas, construindo, assim, um sistema mais resiliente para trazer mais qualidade de vida e segurança para os seus cidadãos.

O presente estudo é uma contribuição importante a respeito de como estão estruturados os Planos de Ação Climática de duas importantes cidades do nosso planeta, Rio de Janeiro e São Paulo, e como seus planos estão diretamente conectados a oportunidades e reduções de riscos proporcionados por uma Economia Circular.

Acreditamos que, por meio do conceito de Open Innovation, da colaboração entre diferentes setores e o desenvolvimento de novas parcerias estaremos prontos para garantir a sustentabilidade do nosso planeta, impulsionaremos a circularidade e continuaremos a gerar valor compartilhado para todos e todas.


Nicola Cotugno
Head da Enel Brasil

1. Introdução



Cidades e Economia Circular

Para entender o tamanho do desafio de pensar um modelo de desenvolvimento para as cidades, é necessário levar-se em conta algumas informações importantes. Ao mesmo tempo em que as cidades ocupam apenas 2% do território do planeta, elas concentram mais de 55% da população mundial, consomem mais de 65% da energia do planeta e são responsáveis pela produção de mais de 80% do PIB. Grande parte da vida humana acontece nesses ambientes urbanos, onde temos expectativas, oportunidades e necessidades diversas.

Ao longo do último século, as cidades se desenvolveram sob a luz de uma Economia Linear, baseada em “extrair–produzir–consumir–descartar”. Com os incrementos trazidos principalmente pelos avanços tecnológicos, podemos observar importantes progressos na vida das pessoas nessas áreas urbanas de maneira geral, porém, esse sistema não conseguiu dar algumas respostas importantes no âmbito econômico, social e ambiental. Para isso, basta observar alguns problemas crônicos no que diz respeito a temas como poluição, inclusão social e mobilidade urbana.

O objetivo de uma Economia Circular é redesenhar o atual modelo econômico, e as cidades não somente estão sendo vistas como o centro de mudança, mas têm a responsabilidade de liderar a transição, uma vez que quase 70% da população global viverá nas cidades até 2050. Além disso, promovem um cenário ideal para a transição circular devido à proximidade entre cidadãos inovadores e tomadores de decisão e à concentração de atividades em vários setores.

A aplicação dos princípios da economia circular nas cidades gera inúmeros benefícios, incluindo não somente sua contribuição direta aos planos de descarbonização, mas também efeitos positivos em termos de resiliência socioecológica, aumento da capacidade dos ecossistemas urbanos a resistir a choques e manter seu estado estável de auto-organização, assim como aspectos da vida dos cidadãos, proporcionando-lhes melhores condições de vida e maiores oportunidades de geração de emprego. (G20 Energy-Climates Ministerial Communiqué, 2021). Desta forma, as cidades podem se tornar mais prósperas, justas e resilientes.

Os 3 princípios para a circularidade das cidades

Uma cidade circular é aquela que promove um modelo econômico onde sua infraestrutura urbana, seus produtos, materiais e nutrientes são mantidos em uso pelo maior tempo possível mantendo e gerando valor para toda a sociedade, apoiada em uma forte visão de um conceito conhecido como “Design Circular”. A aplicação dos conceitos de Economia Circular desde a fase de desenho de materiais, produtos e serviços é fundamental para alcançar um dos conceitos-chave de uma economia circular: “eliminar resíduos e poluição desde o princípio”. Toda atividade dentro da cidade que gera resíduos e poluição é um erro de design – ou de projeto – que deve ser corrigido o mais rápido possível, priorizando o uso de insumos renováveis, biodegradáveis e recicláveis, além de ser desenvolvida para que possibilite o re-

paro, reutilização ou atualização ao longo do tempo para manter esses ativos em uso por anos e anos. Isso abre uma porta importante no sentido de fomentar a inovação e a colaboração entre diferentes setores, além do uso de energia limpa, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de atividades descarbonizadas. Um conceito fundamental para alcançar esse objetivo é o que chamamos de “Eletrificação”. Eletrificar significa substituir todo uso de energia – principalmente aquelas provenientes de combustíveis fósseis – por energia elétrica, o que resulta em uma redução significativa na emissão de gás carbônico, desde que essa eletricidade seja proveniente de fontes de energia renováveis, como a eólica e a solar.

Outro conceito-chave, “Manter os materiais e equipamentos o máximo possível em uso” inclui o ciclo fechado de materiais – que converte resíduos em matérias-primas, fazendo com que a extração de recursos naturais seja minimizada –, além de priorizar novos modelos de negócios que estimulam o reparo, o reuso, o compartilhamento associado às novas experiências de consumo, transformando produtos em serviços e consumidores em usuários. Edifícios e infraestruturas podem ser mantidos, reformados e reparados em nível individual, comunitário e comercial para prolongar sua vida útil. Os ambientes construídos podem ser mais duráveis, adaptáveis, modulares, fáceis de manter e reaproveitar. Os materiais podem ser recicláveis e adquiridos localmente e de forma sustentável, com baixa emissão de carbono tanto na sua produção, quanto no seu transporte e uso.

Por meio deste novo modelo de produção e consumo, as cidades tornam-se importantes centros de mudança, estabelecendo um sistema urbano regenerativo, dinâmico e resiliente, que preserva e valoriza seus recursos, promove o crescimento, cria empregos e reduz as suas emissões de CO₂, além de aumentar a biodiversidade e reduzir as desigualdades sociais de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ICLEI, 2022). Por isso, “regenerar sistemas naturais” é um outro pilar importante desse novo desenho e altera fundamentalmente o nosso relacionamento com o planeta, criando mecanismos mais sustentáveis de desenvolvimento para que tenhamos uma vida mais saudável e recursos naturais mais abundantes e seguros em um sistema que esteja sustentado por premissas de preservação, restauração e conservação.

Uma visão integrada entre todos os setores da economia ocupa um local estratégico no que diz respeito ao redesenho desse ambiente urbano, que é di-



Projetar sem resíduos e poluição

Manter materiais em uso o máximo possível, preservando seu valor por mais tempo

Regenerar sistemas naturais nas cidades e ao redor

nâmico, complexo e extremamente denso (segundo a ONU-Habitat quase 70% da população mundial viverá em áreas urbanas até 2050), com desafios históricos como a poluição atmosférica, a luta por moradia, as complexidades sociais e a mobilidade urbana e outros desafios mais recentes, como a descarbonização, as novas formas de interação sociais e a resiliência.

Com o objetivo de superar todos os desafios e para que as atribuições de cada parte e os objetivos em comum sejam claros e justos, também é preciso trabalhar conjuntamente para que metas sejam definidas de maneira clara e objetiva, com foco em recuperar as cidades para as pessoas, colocando a qualidade de vida e a inclusão social no centro desse desenvolvimento. Uma transição justa é necessária, sem deixar ninguém para trás e para que ela seja feita é preciso superar essa organização linear de cidade e redesenhá-la sob a ótica de uma Economia Circular.



Tecnologia e pessoas

Uma cidade circular promove uma visão ampliada do uso da tecnologia e do conhecimento de modo a ser um viabilizador dos 5 novos modelos de negócio ao

facilitar a coleta de dados, promover transparência, rastreabilidade e a integração de diversos sistemas e atores por meio de plataformas digitais inteligentes.

São modelos de negócios circulares:



As pessoas precisam se sentir integradas nas soluções que estão sendo propostas e ver ações na prática. Portanto, para construir a confiança de todos, líderes precisam desenvolver parcerias, programas colaborativos e convidar a sociedade para trabalhar conjuntamente no estabelecimento de metas, desenvolvendo campanhas de conscientização, sistemas de monitoramento e coleta de dados. Para isso, precisamos desenvolver uma visão comum que guie cidadãos para contribuições individuais e coletivas. Estes resultados combinados promoverão melhorias globais e criarão um senso de urgência e compromisso para toda a sociedade.

Uma cidade circular conecta pessoas, materiais, setores e soluções. Cadeias produtivas ficam cada vez

mais integradas nos sistemas urbanos circulares, com diversos setores trabalhando juntos no desenvolvimento de soluções, compartilhando riscos e benefícios, garantindo o ciclo contínuo dos materiais e a não geração de resíduos e combatendo as mudanças climáticas, por meio da redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa da atmosfera.

Considerando-se o contexto brasileiro nessa discussão, este trabalho teve como objetivo analisar os Planos de Ação Climática das cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro – as duas maiores cidades do Brasil – e trazer os princípios de cidades circulares para servir de base de inspiração e ação para a descarbonização, envolvendo gestores públicos em colaboração com a sociedade, empresas e comunidade científica.

Panorama das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro

As cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro são as maiores cidades do Brasil: juntas, têm mais de 19 milhões de habitantes, o que equivale a 9% da população brasileira (IBGE, 2021). Os municípios de São Paulo e do Rio de Janeiro também apresentam uma grande importância econômica: em 2019, essas duas cidades representaram 15% do PIB brasileiro (IBGE, 2019). Sendo assim, as ações tomadas por essas cidades têm grande importância e relevância no cenário nacional e podem servir de modelo para outros municípios do Brasil.

No que diz respeito às mudanças climáticas, ambas as cidades são integrantes da **C40 Cities**, uma rede formada atualmente por 97 cidades ao redor do mundo, com o objetivo de tomar ações para confrontar a crise climática. No Brasil, Curitiba e Salvador também integram esta rede (C40 CITIES, 2022). Como parte das ações promovidas pela C40 Cities, São Paulo e Rio de Janeiro assinaram o compromisso **Deadline 2020**, cuja meta consistia na **elaboração do Plano de Ação Climática das cidades até o final do ano de 2020** (C40 CITIES; ARUP, 2022).

Conheça o Plano de Ação Climática

O Plano de Ação Climática é um documento que faz um diagnóstico das emissões de Gases de Efeito

Estufa (GEE) das cidades e propõe ações para que as cidades possam atingir o objetivo de emissões líquidas de GEE iguais a zero até o ano de 2050, o que é necessário para **limitar o aquecimento global a menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais (idealmente 1,5°C)** e, assim, cumprir com as metas estabelecidas no Acordo de Paris (UNITED NATIONS, 2015) – do qual o Brasil é signatário – e limitar os efeitos adversos das mudanças climáticas (IPCC, 2021).

Nesse contexto, São Paulo e Rio de Janeiro elaboraram seus respectivos Planos de Ação Climática, os quais servem como base para este documento (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2021a; PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2021a). Os planos contêm um diagnóstico das emissões de GEE das cidades, além de ações para possibilitar a redução dessas emissões, considerando cenários com diferentes níveis de ambição, com metas para os anos de 2030 e 2050. Além disso, em alguns casos, consideram-se medidas de compensação das emissões de GEE remanescentes.

Estudar as rotas elegíveis para a descarbonização de cidades pode revelar oportunidades de aproveitamento de modelos de negócios eficientes para empresas que se posicionarem adequadamente na transição para uma economia de baixo carbono.



2. Panorama das emissões de GEE



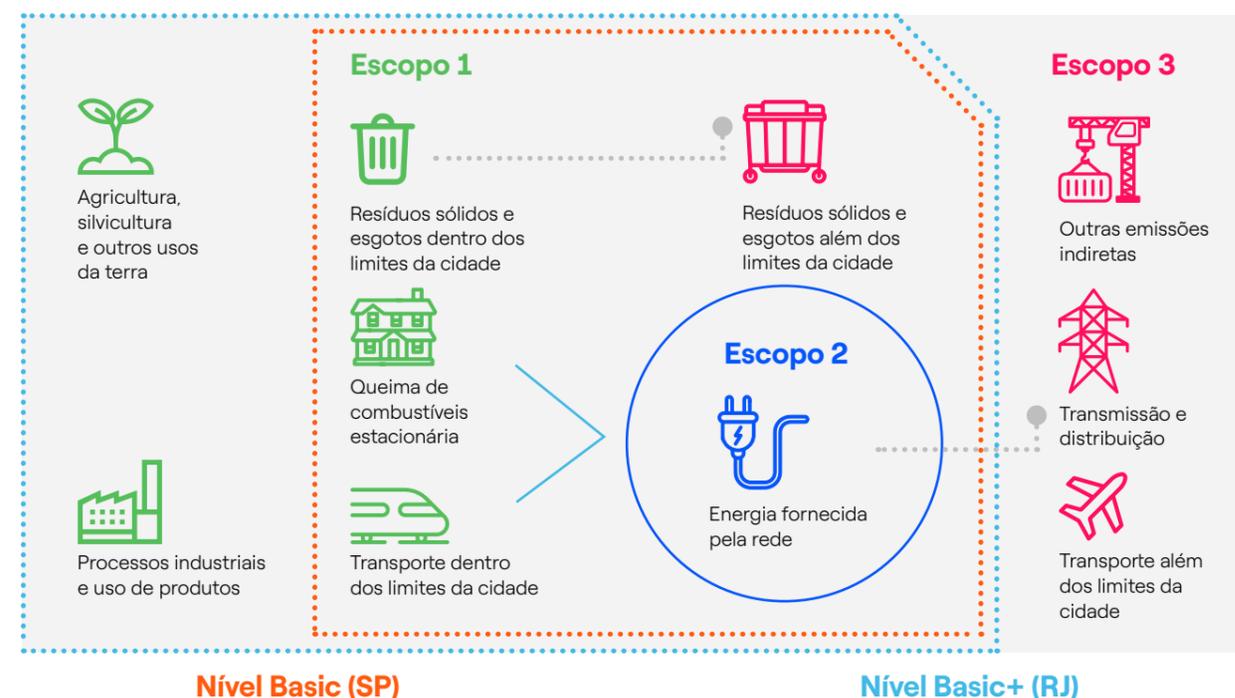
Apesar de ambos os municípios terem se comprometido a produzirem inventários anuais de emissões de GEE, os últimos dados publicamente disponíveis datam de 2018 em São Paulo e 2019 no Rio de Janeiro.

A figura a seguir sintetiza os escopos e setores considerados nos inventários de emissões de GEE das cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. São Paulo adotou o nível BASIC, que inclui energia estacionária, transportes dentro da cidade, tratamento de resíduos e a geração de energia elétrica da rede. O Rio de Janeiro, por sua vez, adotou o nível BASIC+, que também inclui os setores de processos industriais e uso de produtos e agricultura, silvicultura e outros usos da terra dentro dos limites do município.

Em relação ao escopo das emissões, classifica-se da seguinte forma:

- **Escopo 1:** emissões de GEE de fontes localizadas dentro do município.
- **Escopo 2:** emissões de GEE devido ao uso de energia elétrica da rede pública dentro do município (mesmo que a energia seja gerada fora do município).
- **Escopo 3:** todas as outras emissões de GEE que ocorrem fora do limite geográfico do município, resultantes de atividades que ocorrem dentro do município.

Figura 1 – Escopo das emissões de GEE das cidades (figura extraída do Plano de Ação Climática de São Paulo)



Emissões totais

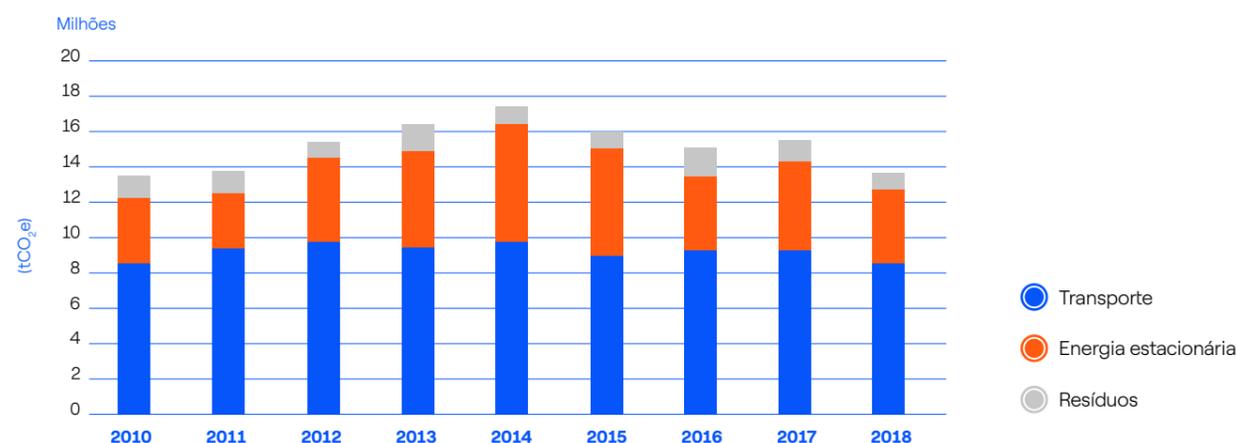
O volume de emissões totais do Rio de Janeiro é maior do que as de São Paulo, mesmo tendo uma população menor. Isso se deve ao fato de que o inventário do Rio de Janeiro cobre um escopo maior do que o inventário de São Paulo, incluindo as emissões do setor aeroviário e industrial. Além disso, no Rio de

Janeiro há uma contribuição significativa da indústria siderúrgica instalada no município para o setor de energia estacionária, o que não ocorre em São Paulo, que tem poucas indústrias instaladas dentro dos limites geográficos municipais, sendo estas indústrias pouco intensivas no consumo de energia.

São Paulo, principais conclusões:

- Em 2018, as emissões totais de SP foram de 14.316.823 t CO₂e, o que corresponde a uma emissão de 1,13 t CO₂e/capita, nos setores considerados no período.
- A maior parte das emissões de GEE em São Paulo está associada ao setor de transporte, que contribuiu com 62% das emissões em 2018. O setor de energia estacionária correspondeu a 29% e o setor de resíduos a 9% das emissões de GEE.
- O pico de emissões ocorreu em 2014, ano em que o Brasil enfrentou uma forte crise hídrica, com maior acionamento de usinas termoeletricas; neste ano, o setor de energia estacionária representou 37% das emissões.

Figura 2 – Emissões de GEE da cidade de São Paulo (2010 a 2018), nível BASIC



Observa-se que em 2021, quando novamente ocorreu um período de seca, o Brasil voltou a acionar usinas termoeletricas movidas a combustíveis fósseis e

o fator de emissão de CO₂ por kWh de energia elétrica voltou a níveis próximos de 2014.

Figura 3 – Comparação entre as emissões de GEE do setor de energia estacionária em São Paulo e o fator de emissão de CO₂ da energia elétrica do Sistema Interligado Nacional



Rio de Janeiro, principais conclusões:

- Em 2019, as emissões totais da cidade do Rio de Janeiro foram de 18.716.097 CO₂e, o que corresponde a uma emissão de 2,03 t CO₂e/capita.
- Os setores de transporte e de energia estacionária apresentam contribuições similares para as emissões totais de GEE, de aproximadamente 35% cada.
- O setor de resíduos contribuiu com 16% das emissões no ano de 2019, enquanto o setor industrial (IPPU) contribuiu com 14%.
- Assim como em São Paulo, o Rio de Janeiro teve um pico de emissões de GEE em 2014, ano em que o fator de emissão de CO₂ do Sistema Interligado Nacional também apresentou um valor alto devido à crise hídrica.

Figura 4 – Emissões de GEE da cidade do Rio de Janeiro (2010 a 2018), nível BASIC+.

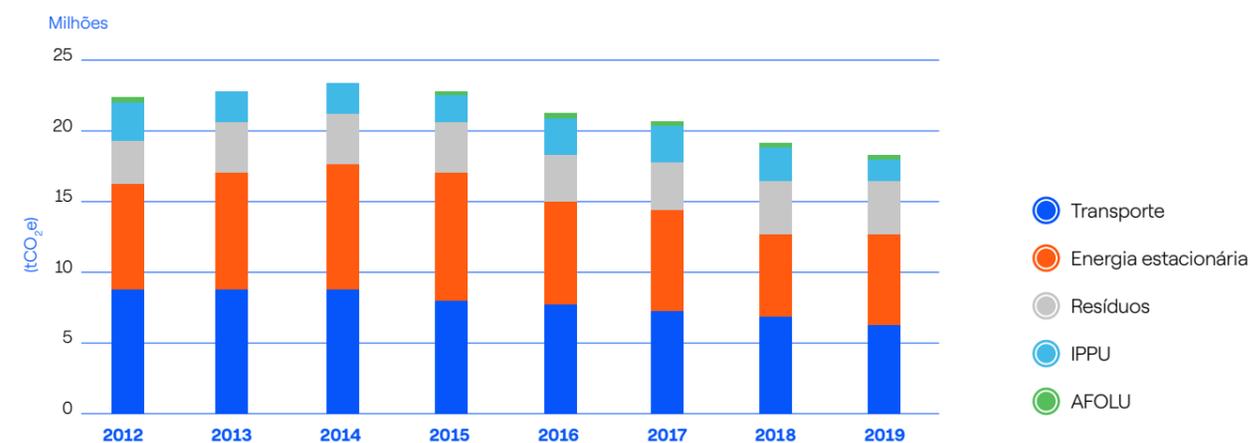
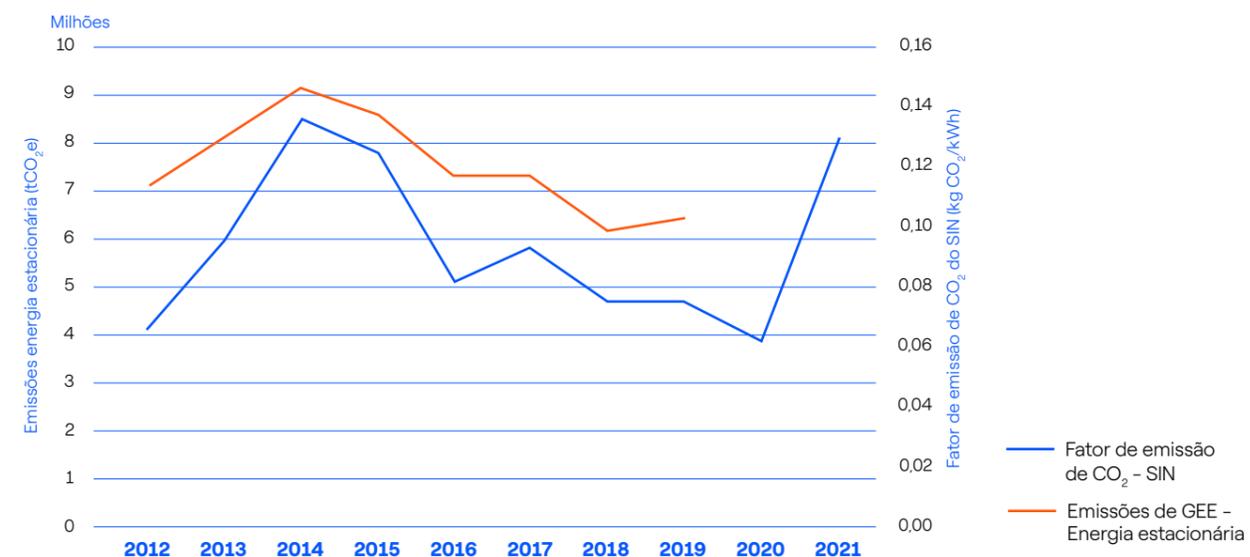


Figura 5 – Comparação entre as emissões de GEE do setor de energia estacionária no Rio de Janeiro e o fator de emissão de CO₂ da energia elétrica do Sistema Interligado Nacional.



Transporte

No setor de transporte, observa-se que a cidade de São Paulo apresenta emissões *per capita* superiores às do Rio de Janeiro, especialmente quanto ao transporte rodoviário. Megacidades como São Paulo e Rio de Janeiro dependem de bens produzidos fora de seu território, incluindo itens de alimentação (vide cinturão verde de São Paulo), vestuário, bens manufaturados etc. A logística de entrega de tais itens,

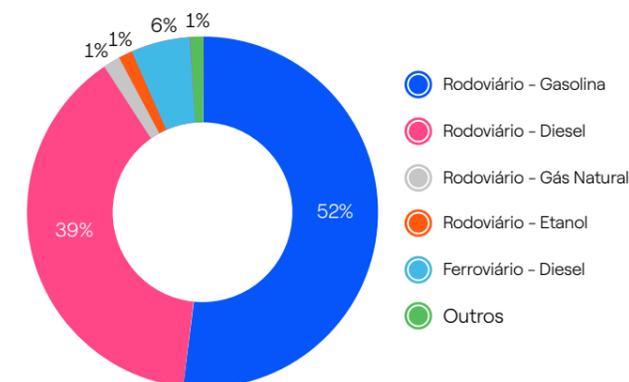
por sua vez, gera emissões significativas no setor de transportes. Apesar de ambas as cidades não considerarem as emissões do escopo 3, que inclui a produção de bens fora da cidade que são consumidos pela população residente e os transportes para além da fronteira da cidade, essas emissões estão longe de serem desprezíveis.



São Paulo, principais conclusões:

- Estima-se que cerca de 1/3 das emissões do transporte rodoviário a diesel tenham como fonte os ônibus urbanos municipais e o restante tenha como fonte outros ônibus, caminhões e veículos utilitários que se abastecem de óleo diesel no município (o inventário considera as vendas de combustível que ocorrem dentro do município).

Figura 6 - Emissões de GEE do setor de transportes na cidade de São Paulo em 2017

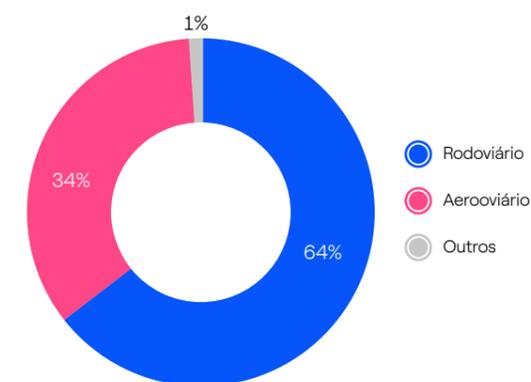


Fonte: Prefeitura da Cidade de São Paulo. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050, São Paulo, 2021).

Rio de Janeiro, principais conclusões:

- O transporte rodoviário contribui com 64% das emissões do setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro, enquanto o setor aeroviário contribui com 34% das Emissões de GEE - o inventário de emissões de GEE do Rio de Janeiro contabiliza os dois aeroportos da cidade, Santos Dumont e Galeão, o que explica a alta contribuição do transporte aeroviário.
- Entretanto, esses são transportes intrinsecamente intermunicipais e até mesmo internacionais, enquadrando-se, a rigor, no escopo 3.

Figura 7 - Emissões de GEE do setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro em 2019



Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2019. Rio de Janeiro.

Fontes estacionárias

O monitoramento de emissões de fontes estacionárias é realizado para acompanhar as exigências mínimas estabelecidas para uma atividade, e pode servir como instrumento para identificação e análise de fontes emissoras fixas, sejam elas pontuais (como as emissões que partem de um ponto específico, como determinados processos dentro de indústrias ou plantas de energias), e difusas (que são emissões

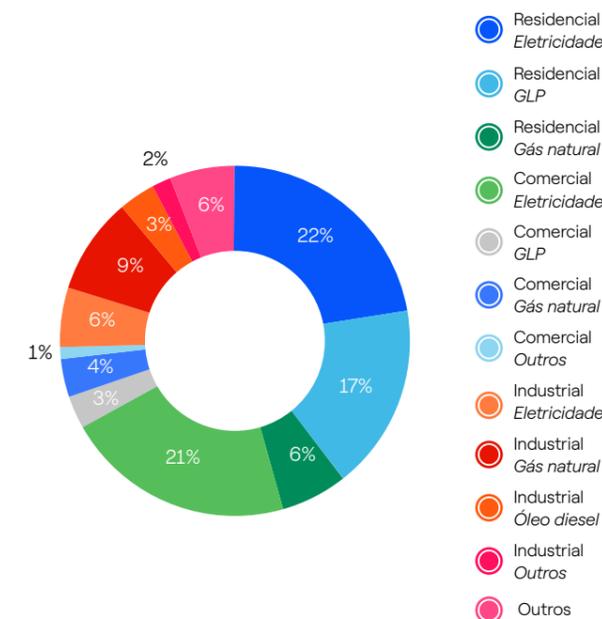
cujas fontes não possuem dispositivos para direcionamento ou controle do fluxo dos gases emitidos, como residências). No caso da energia estacionária, a hipótese é de que a diferença de emissões entre os municípios se deva a um uso mais intenso de aparelhos de ar-condicionado, devido à diferença climática entre as duas cidades, além da presença de indústrias siderúrgicas no Rio de Janeiro.



São Paulo, principais conclusões:

- Os edifícios residenciais representam a maior contribuição para essas emissões, seguidos pelos comerciais e industriais. Entretanto, dentro dos edifícios residenciais, apenas metade das emissões está associada ao consumo de energia elétrica, sendo a outra metade decorrente do consumo de combustíveis fósseis (GLP e gás natural) para cocção e aquecimento de água.
- A eletricidade é a principal fonte de emissões no caso dos edifícios comerciais, enquanto o gás natural é a principal fonte de emissão nos edifícios industriais.

Figura 8 – Emissões de GEE do setor de energia estacionária na cidade de São Paulo em 2017.

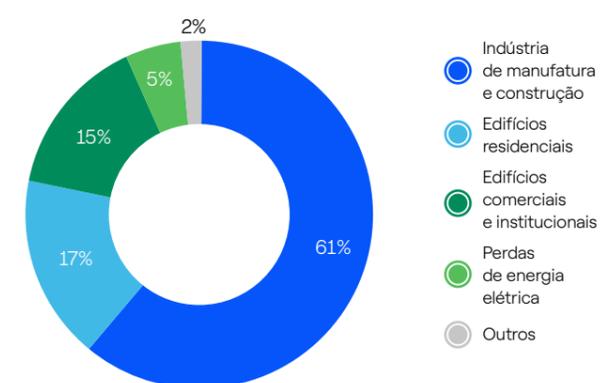


Fonte: Prefeitura da Cidade de São Paulo. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050, São Paulo, 2021.

Rio de Janeiro, principais conclusões:

- No Rio de Janeiro, a maior parte das emissões estacionárias (61%) é originária do subsetor de indústria de manufatura e construção, devido principalmente às emissões de duas grandes indústrias siderúrgicas que se encontram dentro dos limites do município. Os edifícios residenciais contribuem com 17% das emissões de GEE deste setor e os edifícios comerciais e institucionais, com 15%. Perdas de energia elétrica correspondem a 5% das emissões de GEE.

Figura 9 – Emissões de GEE do setor de energia estacionária na cidade do Rio de Janeiro em 2019



Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2019. Rio de Janeiro.

Resíduos

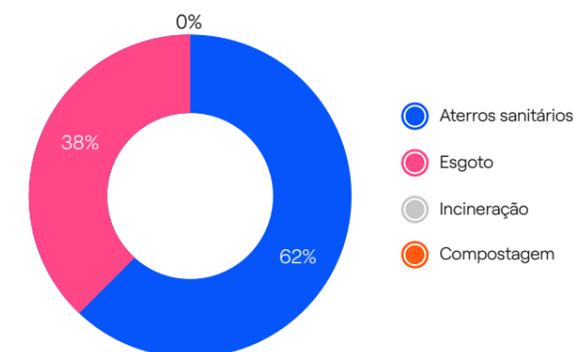
As emissões *per capita* do setor de resíduos são maiores no Rio do que em São Paulo, em especial no caso dos aterros sanitários. Embora o inventário do Rio de Janeiro não detalhe as premissas de cálculo das emissões dos aterros, é possível que essa diferença seja explicada pela coleta e destruição do metano em São Paulo, que não ocorre da mesma forma nos aterros do Rio de Janeiro.



São Paulo, principais conclusões:

- A maior parte das emissões de GEE do setor de resíduos se deve à emissão de metano (CH_4) dos aterros sanitários que servem à cidade de São Paulo. O inventário considera uma eficiência na coleta de metano nos aterros de 85% e uma taxa de destruição de 0,90. O tratamento de esgoto também contribui significativamente para as emissões de GEE deste setor; por outro lado, a incineração e a compostagem apresentam contribuição desprezível.

Figura 10 – Emissões de GEE do setor de resíduos na cidade de São Paulo em 2017.

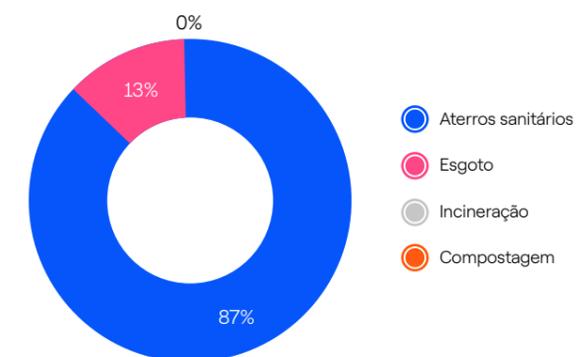


Fonte: Prefeitura da Cidade de São Paulo. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050, São Paulo, 2021.

Rio de Janeiro, principais conclusões:

- Quanto às emissões de GEE do setor de resíduos nos municípios do Rio de Janeiro, a maior contribuição vem dos aterros sanitários (87%), seguida do tratamento e disposição do esgoto (13%). Incineração e compostagem apresentam contribuições desprezíveis em termos de emissão de GEE.

Figura 11 – Emissões de GEE do setor de resíduos na cidade do Rio de Janeiro em 2019.



Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2019. Rio de Janeiro.

3 - Metas de emissões de GEE



A proposição de metas de mitigação das emissões de GEE nos Planos de Ação Climática das cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro foi realizada utilizando a ferramenta Pathways da rede C40 Cities. Esta ferramenta realiza uma projeção da evolução das emissões de GEE das cidades, considerando as seguintes variáveis:

- Taxa de crescimento populacional (capita)
- Atividade econômica (R\$/capita)
- Intensidade energética da atividade econômica (I/R\$)
- Emissões por unidade de energia (kg CO₂/R\$)

Tais projeções consideram três cenários, conforme a seguir (Quadro 1):

Cenários e projeções

Cenário	Projeções
Tendencial	cenário “business-as-usual”, considera a manutenção das tendências atuais de emissões e ausência de esforços de mitigação
Ambicioso	considera ações ambiciosas, porém viáveis e que estejam ao alcance da administração municipal, seja de execução direta ou de influência
Estendido	considera todas as ações necessárias para atingir emissões líquidas de GEE iguais a zero em 2050, incluindo ações de difícil execução e que ultrapassem a competência da administração municipal

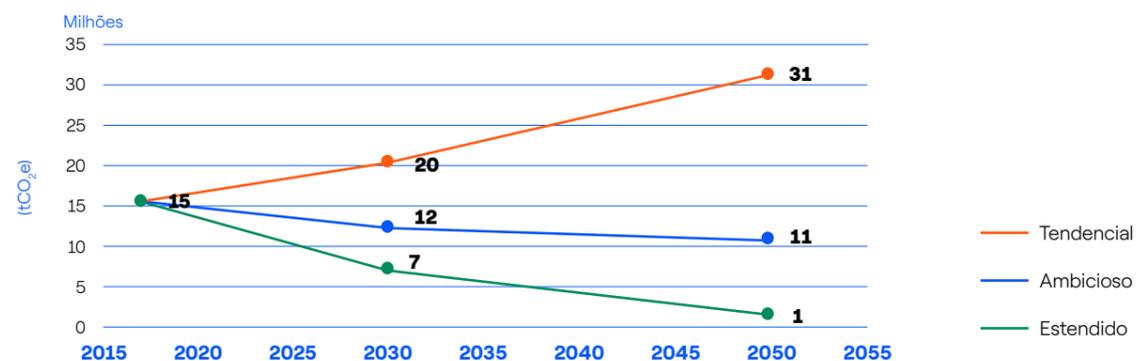
Para elaboração dessas projeções, ambas as cidades consideram o escopo BASIC de emissões de GEE. Ou seja, a cidade do Rio de Janeiro excluiu desses cenários o transporte aeroviário e as emissões da indústria siderúrgica, visto que esses setores contam com metas específicas.

São Paulo

A seguir, apresenta-se a projeção de emissões para a cidade de São Paulo até 2050. O cenário tendencial aponta para um aumento de 100% das emissões

até 2050. Já no cenário ambicioso, ocorre uma redução de 30% em relação aos níveis atuais. No cenário estendido, a redução das emissões de GEE é de 91% em relação aos níveis atuais, chegando-se próximo da meta de emissões líquidas iguais a zero.

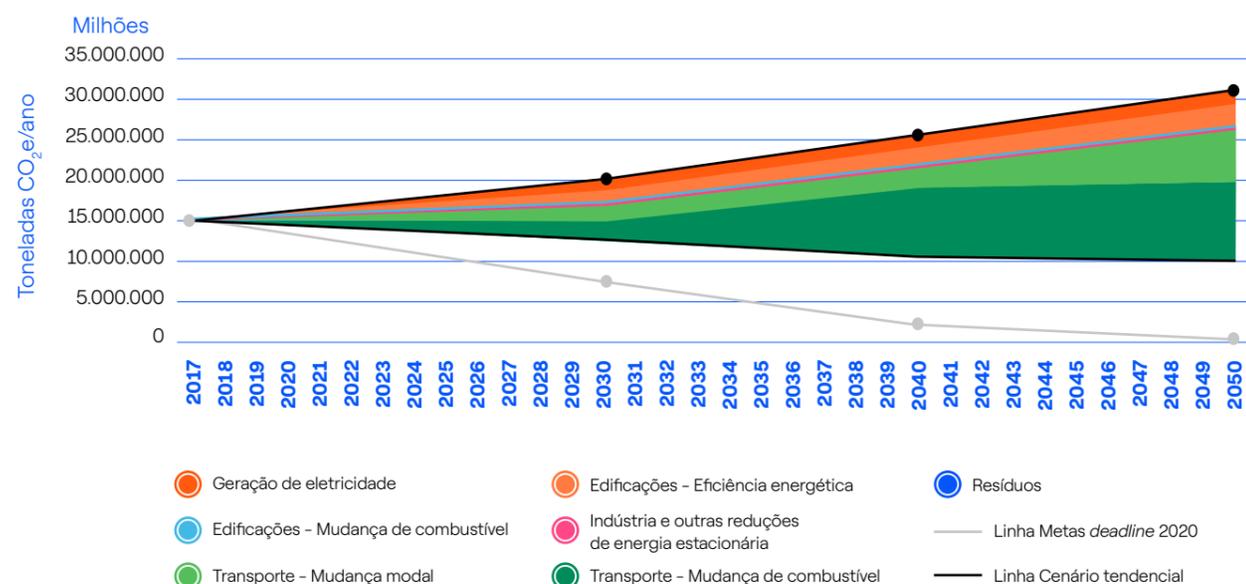
Figura 12 - Projeção de emissões de GEE para a cidade de São Paulo até 2050, para três cenários de mitigação



As principais contribuições das ações de mitigação, no cenário ambicioso, são dadas pelas ações voltadas ao setor de transportes, uma vez que esse setor apresenta a maior contribuição relativa para as emissões de GEE da cidade, como apresentado a seguir.

A mudança de combustível da frota, com o uso de combustíveis renováveis e veículos movidos a eletricidade, e a mudança de modais de transporte, com a redução da quantidade de viagens em automóveis individuais, representam as principais reduções.

Figura 13 - Projeção de emissões de GEE para a cidade de São Paulo no cenário ambicioso, com a contribuição das principais metas de mitigação (figura extraída do Plano de Ação Climática de São Paulo).

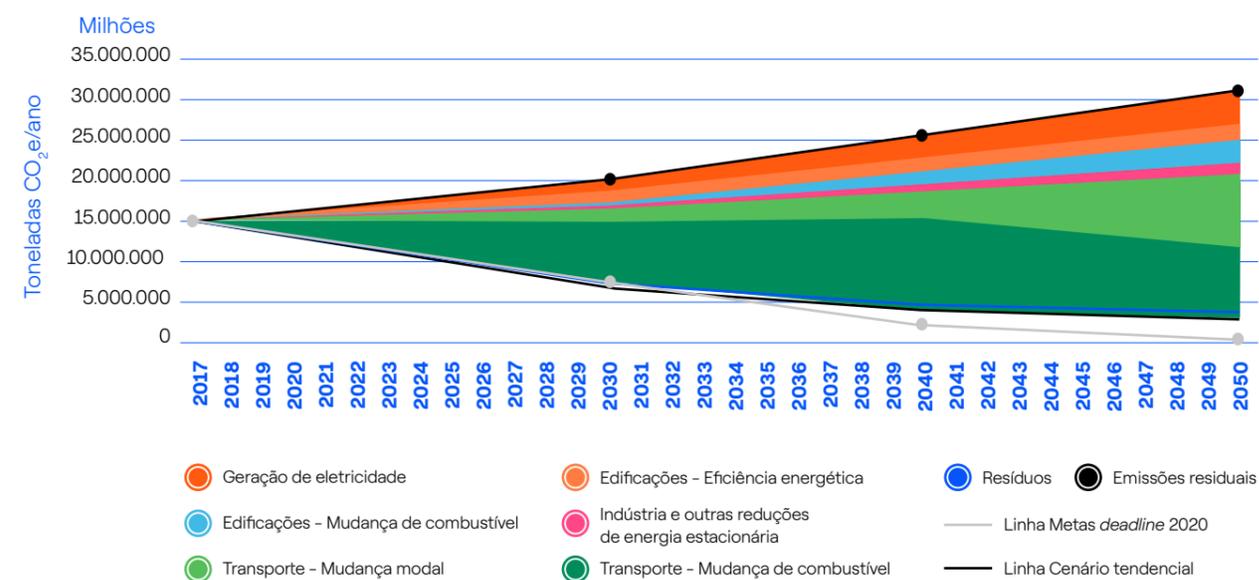


Observa-se que as principais contribuições para a mitigação das emissões de GEE são dadas pelas ações voltadas ao setor de transportes, uma vez que esse setor apresenta a maior contribuição relativa para as emissões de GEE da cidade. A mudança de combustível da frota, com o uso de combustíveis renováveis e veículos movidos a eletricidade, e a mudança de modais de transporte, com a redução da quantidade de viagens em automóveis individuais, representam as principais reduções nas emissões de GEE no cenário ambicioso. Considera-se que a implementação dessas medidas está ao alcance da prefeitura, seja por meio da administração direta (por exemplo, por meio dos contratos com as em-

presas de ônibus) ou de instrumentos de gestão urbana (melhorar o planejamento urbano para reduzir a quantidade de viagens em automóveis individuais).

A projeção de emissões futuras da cidade e a contribuição das ações de mitigação, no cenário estendido, é apresentada a seguir. As medidas voltadas ao setor de transportes também representam a maior parcela da mitigação no cenário estendido; entretanto, nesse cenário, aumenta a importância das medidas voltadas ao setor de energia estacionária, tais como a geração de energia fotovoltaica, a redução do consumo de combustíveis nas edificações e o aumento da eficiência energética.

Figura 14 - Projeção de emissões de GEE para a cidade de São Paulo no cenário estendido, com a contribuição das principais metas de mitigação (figura extraída do Plano de Ação Climática de São Paulo).

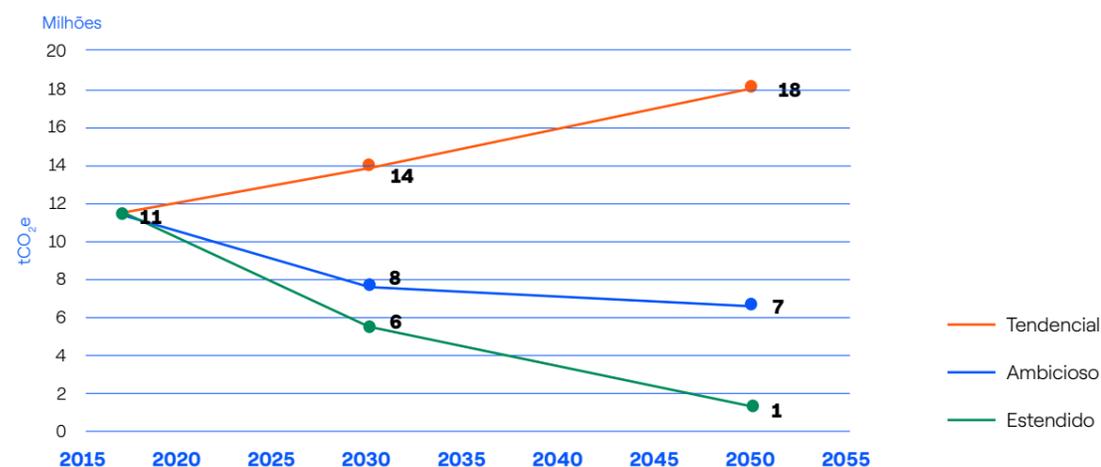


Rio de Janeiro

A projeção de emissões para a cidade do Rio de Janeiro até 2050 é apresentada na Figura 15. O cenário tendencial aponta para um aumento de 59% das emissões até 2050. Já no cenário ambicioso, ocorre uma redução de 42% em relação aos níveis atuais.

No cenário estendido, a redução das emissões de GEE é de 88% em relação aos níveis atuais, chegando-se próximo da meta de emissões líquidas iguais a zero.

Figura 15 - Projeção de emissões de GEE para a cidade do Rio de Janeiro até 2050, para três cenários de mitigação.



A forma como as ações de mitigação propostas para o município se refletem na projeção das emissões, no cenário ambicioso, são apresentadas na Figura 16, a seguir. As medidas voltadas ao setor de transportes representam as maiores reduções de emissões de GEE, incluindo o aumento da eficiência energética e a mudança de combustível. A geração de energia fotovoltaica e o aumento da eficiência energética de edificações também dão contribuições relevantes em termos de mitigação. As ações destinadas ao setor de resíduos também são importantes, sobretudo até o ano de 2030, o que provavelmente se deve à contribuição significativa desse setor para as emissões de GEE da cidade do Rio de Janeiro.

As projeções de mitigação para o cenário estendido são apresentadas na Figura 17. Comparado ao cenário ambicioso, há um aumento da contribuição de todas

as categorias de ações, em especial das ações enquadradas em "eficiência energética" (transportes).

O plano de ação climática do Rio de Janeiro também prevê a implantação de um "distrito carbono neutro" na cidade. Entretanto, não há uma definição clara no plano de que área seria essa e quais são as premissas para considerar que esta área não tem emissões de carbono, ou seja, qual escopo está sendo considerado nessa definição. Entretanto, entende-se que essa meta pode abrir oportunidades e novas formas de apoio ao planejamento urbano, pois tal área pode servir como um modelo para outros distritos da cidade. A partir dos critérios e métodos a serem utilizados para apurar a condição de "zero carbono", isto poderá alimentar o planejamento de outras áreas específicas, com vocações diferentes, tais como a zona portuária ou região de serras.

Figura 16 - Projeção de emissões de GEE para a cidade do Rio de Janeiro no cenário ambicioso, com a contribuição das principais ações de mitigação (figura extraída do Plano de Ação Climática do Rio de Janeiro).

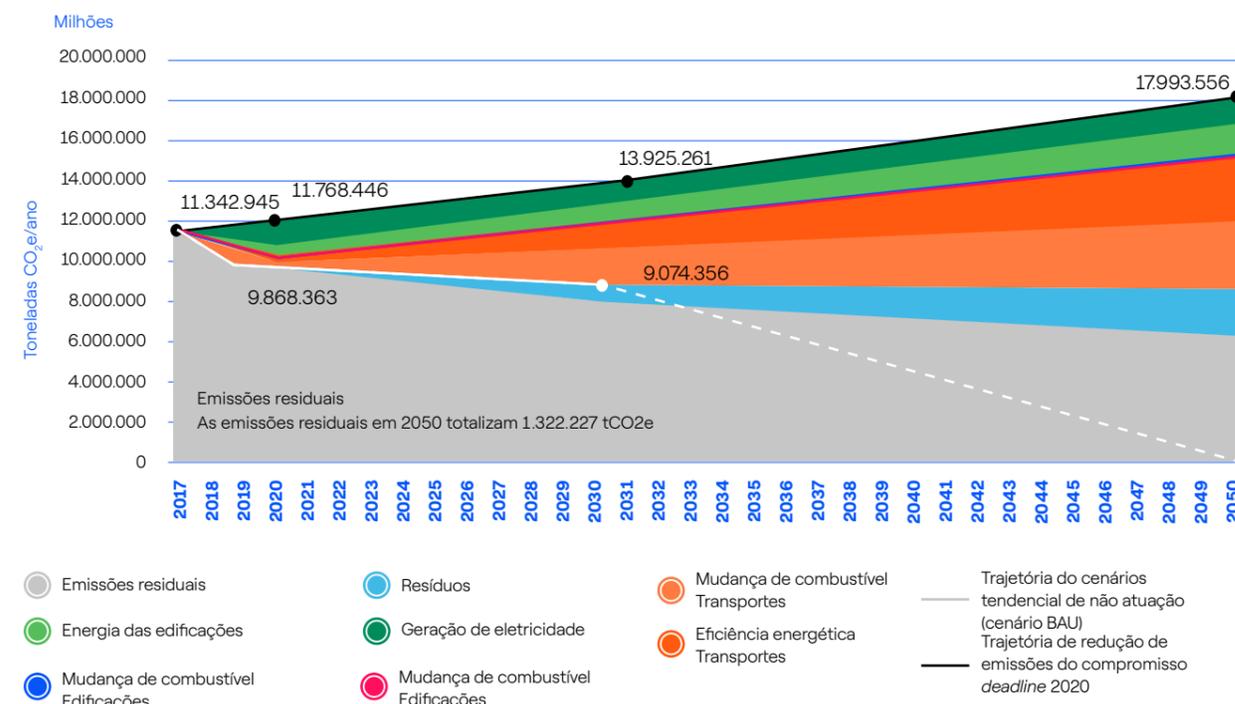
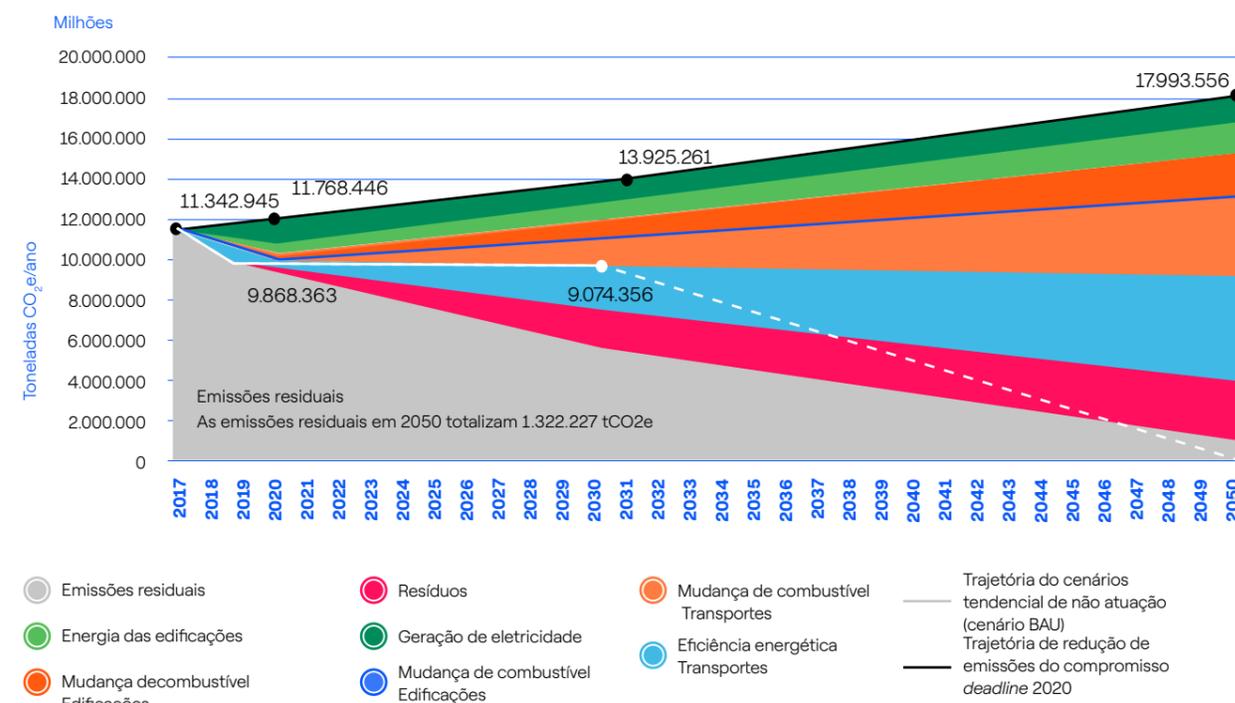


Figura 17 - Projeção de emissões de GEE para a cidade do Rio de Janeiro no cenário estendido, com a contribuição das principais ações de mitigação (figura extraída do Plano de Ação Climática do Rio de Janeiro).



4. Construindo uma cidade circular: 6 pontos-chave

Para demonstrar o potencial de aplicação dos princípios de Economia Circular para a descarbonização da economia, o presente estudo apresenta 6 pontos-chave que podem ser utilizados para reflexão e

para que agentes da transição circular possam avançar com o desenvolvimento de soluções circulares de forma pragmática e impactante em infraestruturas urbanas.



1. Repensar o modelo das cidades é necessário

A magnitude das emissões associadas ao setor de transportes evidencia a importância de descarbonizar este setor. Um setor de transportes eletrificado inserido em um contexto onde a eletricidade vem de uma matriz renovável pode contribuir decisivamente para uma cidade mais saudável, menos poluída, mais resiliente e mais acessível. Essa é uma potente solução para esse grande desafio urbano. Para além da eletrificação ou do uso de combustíveis renováveis, é necessário também **repensar o modelo de cidade**, reduzindo as distâncias a serem percorridas pelos cidadãos, produtos e bens consumidos. Tanto São Paulo quanto Rio de Janeiro concentram postos de trabalho em algumas regiões, induzindo grandes deslocamentos diários de trabalhadores que moram nas periferias. Além dos impactos ambientais desse modelo urbano, esses deslocamentos excessivos

impactam negativamente a qualidade de vida dos cidadãos. Quando temos **oportunidades de trabalho próximas às residências**, fazemos com que as pessoas circulem mais dentro dos bairros, o que é facilitado pela crescente digitalização de algumas atividades laborais. Além disso, ao diminuir as distâncias a serem percorridas, favorece-se o transporte ativo, seja ele a pé ou de bicicleta.

Portanto, esse processo de *redesign* das cidades demanda uma visão de médio prazo, considerando uma forte visão do uso de insumos circulares nessa construção e uma sinergia entre os diferentes setores da economia para que um novo conceito de zona urbana possa nascer com a capacidade de ser mais segura, saudável, inteligente e resiliente.

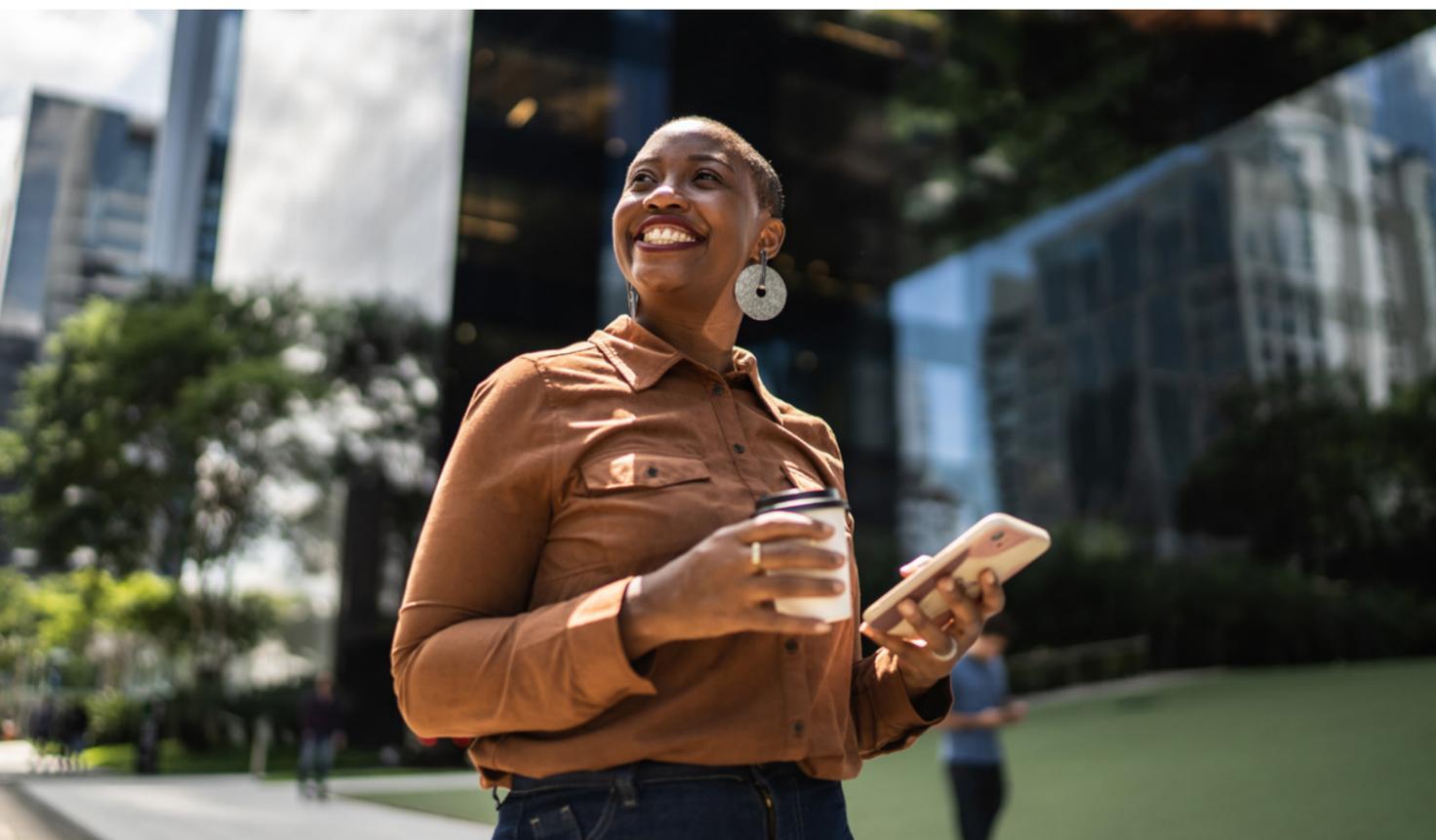


EXEMPLO



Mobilidade urbana

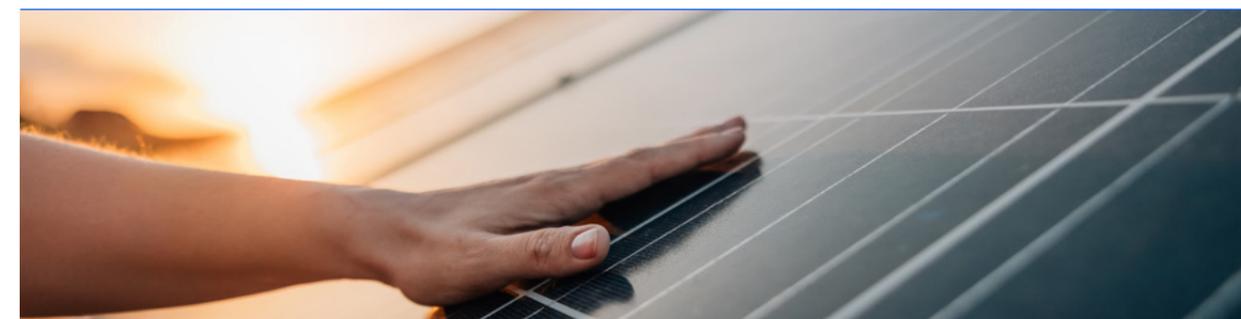
Os desafios e oportunidades da mobilidade urbana nos trazem um excelente exemplo de como é importante uma visão integrada entre diversos setores para que uma cidade circular seja construída com criação de valor sustentável. Além da forte visão de um planejamento urbano mais eficiente, como já falado, capaz de reduzir a necessidades de deslocamentos por automóveis, privilegiando o transporte ativo, a eletrificação do transporte trará mais segurança e menos dependência de energia proveniente de combustíveis fósseis, reduzindo significativamente as emissões de GEEs da cidade. Ao mesmo tempo, a digitalização também será fundamental para ampliar o acesso do transporte a todas as pessoas, além de ter papel importante no planejamento de trânsito por meio da coleta de dados dos deslocamentos feitos dentro da zona urbana e suas principais características, potencializando a eficiência e adaptabilidade de um sistema de transportes inteligente. As novas demandas geradas pela ampliação do uso de transporte de massa, em detrimento do individual, também exigirão do setor de infraestrutura urbana novas soluções, que devem ser desenhadas seguindo um conceito circular, seja na fase de construção (utilizando insumos circulares) ou na fase de manutenção dessas novas estruturas, sejam elas rodoviárias ou ferroviárias. Portanto, não se pode referir a esse novo modelo de cidades sem pensar em inúmeras oportunidades que serão aproveitadas apenas se todos os setores pensarem e agirem juntos.



2. Novos modelos de negócio são imprescindíveis

Algumas das medidas propostas nos planos de ação climática terão alcance limitado se não estiverem associadas a novos modelos de negócio e a uma mudança de comportamentos e atitudes da sociedade. São modelos mais colaborativos e circulares que nos permitirão alcançar a neutralização de carbono até 2050. Várias cidades já possuem claro interesse na descarbonização da frota e no desenvolvimento de

infraestrutura para eletrificação veicular, bem como na descarbonização da energia estacionária. Diferentes modelos de parceria público-privada podem ser estabelecidos para a construção de novos parâmetros e serviços e oportunidades de colaboração técnico-científica para o estabelecimento de novos padrões.



EXEMPLO



Energia fotovoltaica

Para aumentar o uso de energia fotovoltaica, os consumidores devem ser capazes de adquirir energia elétrica gerada por essa fonte, mesmo que a edificação onde ocorre o consumo não reúna condições apropriadas para a instalação de painéis fotovoltaicos. As periferias das cidades tipicamente são mais horizontalizadas, com uma relação entre área de cobertura/área construída maior do que os bairros centrais mais verticalizados. Por outro lado, os moradores de periferia têm menor poder aquisitivo e provavelmente terão mais dificuldade em arcar com o investimento em painéis fotovoltaicos do que os moradores de bairros mais verticalizados. Importante ressaltar que muitos nessas regiões vivem hoje em estado de pobreza energética, ou seja, com seus cidadãos apresentando incapacidade econômica de custear os serviços de energia que possam atender às suas necessidades. Esses lugares também apresentam uma situação extremamente delicada quando se analisam os impactos de eventos climáticos extremos que ocorrem ou podem ocorrer. Situações complexas demandam soluções inovadoras que possam gerar valor para as pessoas. Sendo assim, entendendo-se o quanto a descarbonização das cidades é importante para diminuir os efeitos perversos do atual modelo econômico, **é necessário conceber um modelo de negócio em que o consumidor possa adquirir energia fotovoltaica e que a instalação dos painéis tenha como critério o melhor aproveitamento do potencial de geração de energia fotovoltaica na escala da cidade.** Uma opção interessante nesse sentido é usar as coberturas de edifícios públicos, tais como terminais de ônibus, escolas, hospitais etc. para a geração de energia fotovoltaica, que se reverte em créditos para a administração municipal

3. A matriz elétrica brasileira importa

Os diagnósticos apresentados nos planos de ação climática das cidades de Rio de Janeiro e São Paulo demonstram a importância da composição da matriz elétrica brasileira, majoritariamente hidrelétrica, o que contribui com baixas emissões de GEE. Os anos com maior nível de emissão correspondem àqueles devido a crises hídricas em que o uso de termoeletricas foi mais expressivo. Eventos climáticos extremos, incluindo períodos com secas prolongadas, tendem a ser mais frequentes em um cenário de aquecimento global e podem levar a um maior acionamento de termoeletricas movidas a combustíveis fósseis, caso fontes alternativas de energia limpa não sejam desenvolvidas no curto prazo. Portanto, em cenários de baixa disponibilidade hídrica, com maior acionamento de termoeletricas fósseis, é de se esperar que as emissões das cidades voltem a aumentar.

O combate a esse problema se dá por meio da diversificação da matriz elétrica, com o objetivo de tornar a energia no país mais limpa e mais acessível a todos e a todas e de manter o sistema elétrico brasileiro de pé. Isso se dará por meio da ampliação da capacidade instalada de geração de energia no país, com ênfase no uso de fontes renováveis e limpas, como eólicas, fotovoltaicas e de biomassa e eletrificação de diferentes setores da economia. Nesse caso, o incentivo de governos por meio de políticas públicas às cadeias de fornecimento e o avanço da tecnologia relacionados a esse setor econômico podem trazer ganhos em escala que tornarão a energia ainda mais barata. Além disso, a descentralização e digitalização de meios de monitoramento e controle, visando mais previsibilidade e ajuste de modelos de análise, trarão mais segurança energética para o país, trazendo mais resiliência para que as cidades estejam preparadas para os desafios do futuro.



4. Descarbonizar cidades aumenta a qualidade de vida dos cidadãos

É essencial que a proposição de soluções circulares para países em desenvolvimento promova a qualidade de vida de todos. As ações para promoção da circularidade e da descarbonização das cidades devem contemplar esta análise e seu impacto na qualidade de vida dos cidadãos, em particular por se tratar de cidades com grande nível de desigualdade social e problemas sociais complexos. A descarbonização não pode se dar às expensas do aumento dessa desigualdade, e esse risco é real, considerando que algumas das tecnologias previstas – carros elétricos, painéis fotovoltaicos, sistemas de inteligência arti-

cial, entre outras – ainda possuem um custo alto e são inacessíveis para grande parte da população.

Cidades circulares encorajam os agentes econômicos locais e os próprios municípios a reciclar, estender o tempo de uso dos materiais, promover o reparo e a participação em redes locais de compartilhamento de infraestruturas e serviços. Estes modelos preservam o capital natural, propiciam a integração dos atores, o desenvolvimento de novas habilidades e um desenvolvimento econômico voltado ao longo prazo.



EXEMPLO



Internet

Ainda que o foco dos Planos de Ação Climática seja a descarbonização das cidades e sua adaptação às mudanças climáticas, há diversas ações que têm como objetivo aumentar a qualidade de vida dos cidadãos. No Plano da cidade do Rio de Janeiro há uma seção específica sobre “Qualidade de Vida” que define uma visão para 2050 **em que “o Rio de Janeiro será uma Cidade de paisagem primorosa, resiliente e neutra em emissões, com protagonismo no enfrentamento e adaptação às mudanças climáticas, por planejamento, inovação tecnológica e engajamento”**. Para a cidade de São Paulo a visão futura é de que até 2050, **“São Paulo será uma cidade menos desigual e mais preparada para responder aos impactos da mudança do clima, será neutra em carbono e promoverá o acesso aos serviços públicos com qualidade, proporcionando bem-estar e desenvolvimento econômico inclusivo e sustentável para todos”**. O plano tem um olhar transversal para a questão. Para cada uma dessas estratégias e suas ações, houve uma preocupação de responder aos desafios sociais, econômicos e ambientais enfrentados pela cidade atualmente.

5. Tecnologia e Processos de Governança na Transição

Um processo circular de Compras Públicas e de Governança é fundamental para a impulsionar a Economia Circular dentro das cidades. A priorização, por exemplo, de aquisição de novos ativos que tenham em sua composição materiais renováveis, recicláveis ou biodegradáveis e menos emissão de carbono na sua produção, colocando a sustentabilidade no centro deste tema, é um importante habilitador de geração de valor sustentável. A importância do papel dos governos se reforça ao olharmos a relevância das compras e investimentos realizados pelas administrações municipais em diferentes frentes. Novos padrões e novas exigências por parte desses atores são fundamentais para acelerar a transformação de diferentes setores da economia rumo à sustentabilidade e à transição energética.

Além disso, as administrações municipais têm o poder de influenciar empresas e cidadãos em suas decisões; por exemplo, através dos instrumentos de

planejamento e gestão urbana. Diversas cidades ao redor do mundo já estipularam níveis mínimos de eficiência energética dos edifícios para concessão de habite-se, por exemplo, e algumas começam a impor limites às emissões de CO₂.

Somado a isso, a tecnologia também será uma ferramenta que vai catalisar a circularidade econômica. A criação de infraestruturas digitais e novas tecnologias permitem mecanismos de planejamento e gestão urbanos mais transparentes e interativos, nos quais a participação dos cidadãos assume um papel cada vez mais importante, tanto nas fases de definição de políticas e mecanismos de incentivo, como nas fases relativas ao consenso sobre o planejamento ou redesenho da cidade em sentido circular, bem como sobre seu funcionamento. Além disso, as tecnologias são essenciais ao remodelar as relações comerciais transformando consumidores em usuários e promovendo novos negócios de serviço.



EXEMPLO



Internet

A instalação de dispositivos digitais conectados à internet pode viabilizar o recebimento e envio de dados para a consolidação de um sistema de controle urbano muito mais eficiente, voltado ao monitoramento e gestão da performance dos equipamentos públicos, com benefícios diversos para a população, como alertas e informes de acidentes, enchentes e catástrofes naturais. O fornecimento de serviços de energia (*pay-per-lux*), ao invés da venda de lâmpadas (modelo de negócio circular de Produto como um Serviço) só é possível com o apoio de sistemas de controle que permitem a manutenção e o monitoramento do consumo possibilitando uma relação comercial e modelo de fidelização do cliente diferenciadas.

6. A participação de todos é essencial

A participação de todos é essencial, considerando uma mudança cultural e o comportamento do consumidor.

Para que a transição circular aconteça e sua contribuição para as metas de redução de emissões propostas pelas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro seja evidenciada, é necessária uma mudança estrutural nas formas de produção e consumo atualmente vigentes. Para tanto, é necessário o envolvimento dos setores industrial e comercial, já que é imprescindível ocorrer uma mudança nas formas de produção, comercialização e consumo de bens, bem como em formas de prestação de serviços.

O poder público deve atuar como fomentador da mudança em processos de produção, estimulando a redução da geração de resíduos e poluição, por meio de estratégias de regulação e fiscalização dessas ati-

vidades. Existe ainda a necessidade de fortalecimento e ampliação dos acordos de logística reversa, bem como o estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação, de forma a promover a manutenção dos materiais nos ciclos de produção e consumo.

Cidadãos têm um papel central na participação ativa na sociedade, contribuindo para implementar ideias, projetos e ações no território. São os protagonistas de uma mudança sistêmica, a partir do seu poder de consumo, força de trabalho, na medida em que são eles também os consumidores e os tomadores de decisão na construção de um futuro sustentável. Além disso, cidadãos engajados e conscientes podem exercer seu poder de voto e cobrar os gestores públicos no sentido de promover cidades circulares e ecoeficientes. Portanto, campanhas de conscientização são essenciais para que as novas soluções circulares sejam bem implementadas.



5. Cidades circulares e o Grupo ENEL



Empresas da área de energia, além de manter constante atenção à eficiência e otimização de recursos, podem desenvolver soluções de ponta por meio de parcerias público-privadas (PPPs), integrando ações práticas a projetos públicos, contribuindo para a melhoria da infraestrutura urbana e qualidade de vida da população.

O Grupo Enel assumiu como meta o alcance da neutralidade de carbono nas operações até 2040, promovendo uma transição energética sustentável em alinhamento ao ODS 13 – Ação Contra a Mudança

Global do Clima. O Brasil possui posição relevante nesse contexto, uma vez que representa a quinta maior capacidade renovável instalada entre os países em que o Grupo opera.

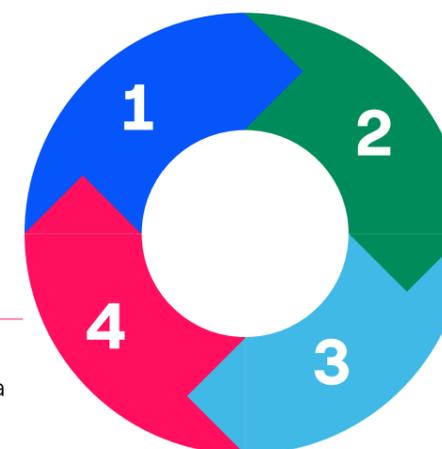
Além disso, dos bilhões de euros investidos pela Enel nos últimos anos, grande parte foi destinado aos negócios na América Latina, em especial em plantas de energia renovável, e 4 áreas foram estabelecidas como foco visando construir ações que podem contribuir ativamente com as metas de Ação Climática estabelecidas por diferentes cidades:

1. Mobilidade

- Eletrificação de veículos
- Mudança de combustível
- Soluções Inteligentes para melhorar o trânsito das metrópoles

4. Resíduos

- Materiais baseados na natureza
- Novas fontes de energia limpa
- Captação de energia dos aterros sanitários
- Energia do lixo



2. Infraestrutura

- Eficiência energética
- Climatização
- Desincentivo ao uso de aquecedores de água a gás
- Reforma
- Desmaterialização e descarbonização
- Proteção da biodiversidade

3. Energia

- Modernização da iluminação pública e em edificações
- Ampliação do uso de fontes renováveis na matriz energética
- Construção de redes de distribuição mais resilientes
- Ampliar o acesso à energia para as pessoas

Além desta setorização para planejamento de ações, é importante atentarmos para **ações complementares em temas transversais**. Algumas áreas de interesse específico para o combate a mudanças climáticas incluem: eletrificação da energia, soluções em energia como mobilidade elétrica, digitalização das redes de distribuição, foco no cliente e incentivo ao

uso de canais digitais, além do fomento às práticas de economia circular com foco na diminuição de demandas de matérias-primas das indústrias e do descarte de resíduos. Áreas de interesse para fomentar o modelo de negócio sustentável: cadeia de suprimentos sustentável, saúde e segurança ocupacional, preocupações ambientais e boa governança.

Em resumo

- A sintonia entre inovação tecnológica e o *mindset* circular poderá mudar a produção e o suprimento global de produtos e serviços consideravelmente, permitir uma mobilidade mais inteligente e eficiente, edificações modulares e com uso eficiente de recursos melhorando a qualidade de vida das pessoas nas cidades.
- Uma nova governança que redesenha papéis e responsabilidades fará com que as cadeias produtivas estejam cada vez mais integradas nos sistemas urbanos, com diversos setores trabalhando juntos no desenvolvimento de soluções, compartilhando riscos e benefícios, garantindo o ciclo contínuo dos materiais e a não geração de resíduos.
- Uma mudança de comportamento e atitude nos consumidores será essencial para a viabilização dos novos modelos de negócio circulares que transforma produtos em serviços e consumidores em usuários.

Portanto, uma cidade circular conecta pessoas, materiais, setores e soluções, promove melhores condições de vida e maiores oportunidades de geração de emprego.

Ressalta-se ainda as seguintes possibilidades de campos para iniciativas:

	Engajamento com fornecedores	O compromisso dos fornecedores com os princípios da economia circular na criação dos produtos e serviços utilizados na solução.
	Aumento do ciclo de vida dos produtos	A presença de elementos que facilitam o modelo de consumo circular e incentivam a sua utilização e reutilização plenas, aumentando, assim, o ciclo de vida do produto.
	Uso eficiente de recursos	A análise comparativa das melhores práticas e programas de modo a aumentar a eficiência na utilização de recursos e nas fases de instalação e manutenção.
	Recuperação de materiais	Gerir o fim de vida dos produtos individuais com métodos inovadores e sustentáveis de recuperação de materiais
	Educação para a consciência ambiental	Incentivar e apoiar o desenvolvimento de consciência ambiental nos clientes e o envolvimento de fornecedores nos mecanismos corretos de modo a melhorar o desempenho e o impacto ambiental dos produtos e serviços oferecidos.

Conclusão

Ao mesmo tempo em que são muitos os desafios no horizonte da vida nas cidades, que clama por um sistema mais resiliente e adaptado para os muitos dilemas do futuro, também se torna cada vez mais claro o caminho que podemos e devemos seguir: uma Economia Circular abre oportunidades de criação de valor em todos os setores da economia e da vida das pessoas. Nesse âmbito, uma cidade concebida de acordo com as premissas do modelo gera um ambiente ao mesmo tempo mais justo e mais competitivo, combinando os interesses econômicos, sociais e ambientais, focada em melhorar a qualidade de vida das pessoas que moram dentro do perímetro urbano. Uma cidade circular é uma cidade pensada para as pessoas.

O tempo de resposta para que possamos combater as mudanças climáticas e os seus terríveis impactos é cada vez mais urgente. Por isso, é fundamental que novos modelos de negócio e atividades descarbonizadas sejam criados na economia desde já. As nossas atividades econômicas devem ser ASAP (*As Sustainable as Possible, As Soon As Possible*). Para que haja êxito nessa transição econômica, deve haver uma forte governança e os desafios, oportunidades e metas associados devem ser compartilhados entre todos: governos, entidades públicas, grandes empresas, pequenas empresas e a sociedade em geral.

Uma Economia Circular é fundamental para avançarmos na discussão da Agenda 2030 da ONU, respondendo às desafiantes metas que são colocadas por meio dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, com uma importante premissa que deve nortear as nossas ações: fazer uma transição justa, sem deixar ninguém para trás.

Equipe Técnica do trabalho:

- Aline Ribeiro Machado (CIMA/IPT)
- Ana Paula de Souza Silva (EN/IPT)
- Beatriz Visconti Luz (E4CB)
- Camila Camolesi Guimarães (CIMA/IPT)
- Carlos Tadeu de Carvalho Gamba (CIMA/IPT)
- Claudia Echevengua Teixeira (IPT)
- Fernanda Belizario Silva (HE/IPT)
- Givaldo Nunes da Silva Filho (Enel)
- Nathália Geronazzo Franco (E4CB)
- Oswaldo Sanchez Junior (EN/IPT)
- Ricardo Bomfim Alves (Enel)

Unidade de Negócios em Energia (EN) do IPT

Unidade de Negócios em Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente (CIMA) do IPT

Unidade de Negócios em Habitação e Edificações (HE) do IPT

Exchange 4 Change Brasil (E4CB)

Sustentabilidade Brasil (Enel)

6 Referências



Circle Economy, Metabolic, ICLEI, Ellen MacArthur Foundation, 2022. **Circular City Actions Framework. Bringing The Circular Economy To Every City.** Disponível em: https://circulars.iclei.org/wp-content/uploads/2021/10/Circular-City-Action-Framework_V2.pdf. Acesso em: 25 fev 2022.

C40 CITIES. **C40 Cities.** 2022. Disponível em: <https://www.c40.org/cities/>.

C40 CITIES; ARUP. **Deadline 2020: How cities will get the job done. 2022.** Disponível em: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Deadline-2020-How-cities-will-get-the-job-done?language=en_US.

Enel X. Eficiência energética de prédios públicos <https://www.enelx.com/br/pt/cidades/transformacao-de-cidades/eficiencia-energetica-de-predios-publicos>.

Enel X. Iluminação LED. <https://www.enelx.com/br/pt/cidades/transformacao-de-cidades/iluminacao-led>.

EPE. **Balço Energético Nacional - BEN 2021 - Ano base 2020.** Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>.

EMF, Towards A Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition, Ellen MacArthur Foundation, 2015, disponível em: <https://emf.thirdlight.com/link/ip2fh05h21it-6nvypm/@/preview/1?o>.

ENEL, 2020, Documento de posicionamiento en Economía Circular, disponível em: <https://www.enel.com/content/dam/enel-com/documenti/azienda/circular-economy-enel-position-paper-en.pdf>

FORMOSO, Carlos T.; SOIBELMAN, Lucio; DE CESARE, Claudia; ISATTO, Eduardo L. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:4(316). Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9364%282002%29128%3A4%28316%29>.

GLOBALABC; IEA; UNEP. **GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction 2020-2050: Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector.** Paris.

G20 Energy-Climate Ministerial Communiqué, ENERGY TRANSITION AND CLIMATE SUSTAINABILITY WORKING GROUPS, Joint G20 Energy-Climate Ministerial Communiqué JULY, 23 2021

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios.** 2019. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2019/xlsx/tabelas_completas.xlsx.

IBGE. **Estimativas de população - Tabela 6579 - População residente estimada.** 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579#resultado>.

IEA. **Material efficiency in clean energy transitions.** [s.l.] : OECD, 2019. DOI: 10.1787/aeaacc8-en. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/material-efficiency-in-clean-energy-transitions_aeaacc8-en.

IEMA. **Termelétricas a gás natural na MP 1.031/2021.** 2021. Disponível em: http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2021/07/IEMA_privatizacaodaeleetrobras_termeletricasjul-2021.pdf.

IPCC. **Summary for Policymakers. Climate Change 2021: The Physical Science Basis.** [s.l.] : Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.

LUZ, B. Economia Circular: Debate Global, Aprendizado Brasileiro. Bambual editora, 2021.

PESSOTO, Lucas; et al. Avaliação do ciclo de vida de uma edificação residencial: análise dos impactos ambientais incorporados pelos materiais de construção. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2018, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2018.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050.** São Paulo, 2021.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Síntese do inventário de gases de efeito estufa do município de São Paulo - 2018.** São Paulo. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/Ciris_para_publicar_2021_12_22_sintese_do_inventario_gee.pdf.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro. DOI: 10.5962/bhl.title.112037.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2019.** Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.data.rio/documents/monitoramento-das-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-da-cidade-do-rio-de-janeiro-2012-a-2019-setembro-2021/explore>.

PUNHAGUI, Katia Regina Garcia. **Potencial de reducción de las emisiones de CO2 y de la energía incorporada en la construcción de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera.** 2014. [S. l.], 2014.

QUATTRONE, Marco; ANGULO, Sergio C.; JOHN, Vanderley M. Energy and CO2 from high performance recycled aggregate production. **Resources, Conservation and Recycling**, [S. l.], v. 90, p. 21–33, 2014. DOI: 10.1016/j.resconrec.2014.06.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.06.003>.

REIS, Daniel Costa; MACK-VERGARA, Yazmin; JOHN, Vanderley Moacyr. Material flow analysis and material use efficiency of Brazil's mortar and concrete supply chain. **Journal of Industrial Ecology**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 1396–1409, 2019. DOI: 10.1111/jiec.12929. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12929>.

SILVA, Fernanda Belizario. **Entulho incorporado em edificações.** 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/entulho-incorporado-em-edificacoes/21200>.

SILVA, Fernanda Belizario; et al. Influência do projeto estrutural e da seleção dos materiais na pegada de carbono de uma estrutura de concreto armado. **CONCRETO & Construções**, [S. l.], n. out-dez 2021, p. 42–48, 2021. DOI: 10.4322/1809-7197.2021.104.0002.

TEECE, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43 (2–3), 172–194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>.

UNITED NATIONS. Paris AgreementParis, 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 2 set. 2018.

WRI; C40 CITIES; ICLEI. **Greenhouse Gas Protocol – Global Protocol for Gas Emission Inventories An Accounting and Reporting Standard for Cities – Version 1.1**, 2021. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf.

enet