

Organização:  
Natália Gonçalves de Moraes

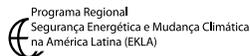
# 1º GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS VERDES PARA O IMPULSO DA AGENDA 2030: Práticas e indicadores nas cidades da América Latina.





Organização:  
Natália Gonçalves de Moraes

# 1º GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS VERDES PARA O IMPULSO DA AGENDA 2030: práticas e indicadores nas cidades da América Latina.



Autoria  
Arnaldo Cesar da Silva Walter  
Camila Ortolan F. O. Cervone  
Edgar Barassa  
Leonardo Paz Neves  
Natália Gonçalves de Moraes  
Robson Cruz  
Tatiana Bermúdez Rodríguez

Coordenação Executiva  
Natália Gonçalves de Moraes  
Edgar Barassa  
Robson Cruz

Design e Diagramação  
Afonso Vilas-Boas  
Ohpá! Design e Comunicação

ISBN: 978-65-005943-7-9

Título: 1º GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS VERDES PARA O IMPULSO DA AGENDA 2030: práticas e indicadores nas cidades da América Latina.

Todos os direitos reservados a: EKLA Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. Contato: Sra. Nicole Stopfer Programa Regional Segurança Energética e Mudança Climática na América Latina.

Diretora  
Nicole Stopfer

Coordenadora de Projetos  
Anuska Soares

As visões e opiniões expressas na presente coletânea de artigos e teses são de responsabilidade dos autores colaboradores e não representam necessariamente as visões e posições dos organizadores.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

1º Guia de implementação de tecnologias verdes para o impulso da agenda 2030 [livro eletrônico] : práticas e indicadores nas cidades da América Latina. / organização Natália Gonçalves de Moraes. -- 1. ed. -- Niterói, RJ : Ed. dos Autores, 2022. PDF.

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-00-59437-9

1. Agenda 2030 para desenvolvimento sustentável  
2. América Latina - Aspectos ambientais 3. Cidades - Aspectos ambientais 4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 5. Sustentabilidade ambiental  
I. Moraes, Natália Gonçalves de.

22-140284

CDD-304.2

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Tecnologias verdes : América Latina :  
Sustentabilidade ambiental : Ecologia 304.2

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

# Sumário

---

<b>PRÓLOGO</b>	<b>06</b>
<b>SOBRE O GREEN TECH TALKS</b>	<b>08</b>
<b>CAPITULO 01</b>	<b>10</b>
<i>As perspectivas e desafios da agenda 2030 e sua alavancagem a partir das tecnologias verdes emergentes</i>	
<b>1.1</b> Objetivo geral e objetivos específicos	<b>14</b>
<b>1.2</b> Marco conceitual do projeto	<b>16</b>
<b>1.3</b> O contexto latino-americano: desafios socioeconômicos estruturais e a necessidade de recuperação pós-pandemia	<b>17</b>
<b>1.4</b> Agenda 2030 como bússola para a região	<b>19</b>
<b>1.5</b> Territorialização dos ODS	<b>23</b>
<b>1.6</b> As tecnologias verdes como vetores de alavancagem dos ODS e alcance da Agenda 2030: uma visão por grupos tecnológicos selecionados ao projeto	<b>24</b>
<b>1.7</b> Procedimentos metodológicos e etapas da pesquisa	<b>28</b>
<b>1.8</b> Relação entre tecnologias verdes e Agenda 2030	<b>32</b>
<b>1.9</b> Análise e Classificação	<b>33</b>
<b>1.10</b> Identificação das relações fortes	<b>35</b>
<b>1.11</b> Seleção de boas práticas de projetos	<b>35</b>
<b>1.12</b> Mapeamento de indicadores locais	<b>35</b>
<b>1.13</b> Key Performance Indicator (KPIs) da ONU	<b>36</b>
<b>1.14</b> Indicadores de Cidades Inteligentes (NBR ISO 37122)	<b>36</b>
<b>1.15</b> Programa Cidades Sustentáveis (PCS)	<b>37</b>
<b>1.16</b> Prefeitura de São Paulo: Agenda Municipal 2030	<b>37</b>
<b>1.17</b> Prefeitura de Belo Horizonte: sistema local de monitoramento das metas ODS de BH	<b>38</b>
<b>1.18</b> Prefeitura do Rio de Janeiro: Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro	<b>38</b>
<b>Referências</b>	<b>39</b>

<b>CAPITULO 02</b>	<b>42</b>
A sofisticação da mobilidade urbana de baixa emissão como propulsora de melhor qualidade de vida e eficiência do sistema de transporte nas cidades da América Latina	
<b>2.1</b> Introdução	<b>44</b>
<b>2.2</b> Transporte público coletivo: Implementação de ônibus elétricos a bateria no sistema Transmilenio de Bogotá, Colômbia	<b>48</b>
<b>2.3</b> Transporte público coletivo: Implementação de ônibus elétricos a bateria no sistema de transporte público de Santiago de Chile	<b>56</b>
<b>2.4</b> Principais atores	<b>58</b>
<b>2.5</b> Frota pública: implementação da frota de veículos elétricos na Guarda Civil Municipal de São José dos Campos, Brasil	<b>61</b>
<b>2.6</b> Micromobilidade: sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas em Bogotá, Colômbia.	<b>67</b>
<b>2.7</b> Micromobilidade: projeto Poços + Inteligente: Implantação de sistema de mobilidade por meio de bicicletários e bicicletas elétricas na cidade de Poços de Caldas, Brasil.	<b>77</b>
<b>2.8</b> Última milha: oferta e demanda de caminhões elétricos como uma estratégia de fomento à indústria nacional e para o cumprimento da Agenda ESG ( <i>Environmental, Social and Governance</i> )	<b>83</b>
<b>2.9</b> Considerações finais	<b>90</b>
<b>2.10</b> Relação com a Agenda 2030 e indicadores locais	<b>92</b>
<b>Referências</b>	<b>98</b>
<b>CAPITULO 03</b>	<b>102</b>
Energias renováveis e seus papéis em contextos selecionados: alternativas à descarbonização e descentralização/independência energética	
<b>3.1</b> Introdução	<b>104</b>
<b>3.2</b> Energia Solar Fotovoltaica	<b>107</b>
<b>3.3</b> Energia Eólica	<b>115</b>
<b>3.4</b> Hidrogênio Verde	<b>121</b>
<b>3.5</b> Resíduos: produção de biogás em pequena cidade no Paraná	<b>130</b>
<b>3.6</b> Relação com a Agenda 2030 e indicadores locais	<b>135</b>
<b>Referências</b>	<b>141</b>
<b>CAPITULO 04</b>	<b>146</b>
Experiências de digitalização e conectividade em cidades da América Latina	
<b>4.1</b> Introdução	<b>148</b>
<b>4.2</b> Casos Digitalização e Mobilidade	<b>150</b>
<b>4.3</b> Casos Digitalização e Energias Renováveis	<b>164</b>

<b>4.4 Casos Digitalização e Edificações</b>	<b>170</b>
<b>4.5 Casos Digitalização e Gestão Pública</b>	<b>174</b>
<b>4.6 Relação com a Agenda 2030 e indicadores locais</b>	<b>178</b>
<b>Referências</b>	<b>185</b>
<b>CAPITULO 05</b>	<b>188</b>
Orientações estratégicas à implementação de tecnologias para o desenvolvimento sustentável nas cidades latino-americanas alinhadas à agenda 2030	
<b>5.1 Introdução</b>	<b>190</b>
<b>5.2 Barreiras, desafios e oportunidades identificadas para a Agenda 2030: mapeamento e diagnóstico a partir dos cases e workshop do projeto</b>	<b>191</b>
<b>5.3 Barreiras, desafios e oportunidades identificadas para os grupos tecnológicos mobilidade urbana de baixa emissão, energias renováveis e digitalização e conectividade: mapeamento e diagnóstico a partir dos cases e workshop do projeto</b>	<b>196</b>
<b>5.4 Caminhos para a implementação na prática: orientações estratégicas, políticas públicas e outras recomendações</b>	<b>213</b>
<b>Referências</b>	<b>223</b>
<b>CAPITULO 06</b>	<b>224</b>
Caminhos para a implementação na prática da Agenda 2030 acoplada aos grupos tecnológicos: etapas fundamentais e recomendações.	
<b>Etapa 1. Conceitos e definições fundamentais: do que estamos falando?</b>	<b>229</b>
<b>Etapa 2. Mapeamento de práticas e saberes na América Latina: o que as cidades estão fazendo e quais são as suas práticas?</b>	<b>230</b>
<b>Etapa 3. A visão de futuro da cidade: aonde queremos chegar e quando?</b>	<b>230</b>
<b>Etapa 4. Mapeamento das oportunidades e desafios: que tipo de ações são necessárias para chegar lá?</b>	<b>231</b>
<b>Etapa 5. Relações e sinergias entre tecnologias, ODS e mudanças climáticas: como vamos impactar o avanço sustentável das cidades através da tecnologia?</b>	<b>231</b>
<b>Etapa 6. Seleção de indicadores para o monitoramento da Agenda 2030</b>	<b>233</b>
<b>Etapa 7. Retroalimentação baseada em propostas de políticas públicas: que tipo de sofisticação de políticas e regulação é necessária?</b>	<b>234</b>
<b>Apêndice A. Procedimentos para a realização do Workshop estratégico GTT e suas dinâmicas e painéis com especialistas</b>	<b>235</b>
<b>Apêndice B. Agradecimentos aos participantes e facilitadores do Workshop</b>	<b>238</b>

## Prólogo

---

A Fundação Konrad Adenauer (KAS) é uma fundação política alemã, vinculada ao partido político União Democrata Cristã da Alemanha (CDU). Na Alemanha temos 16 escritórios regionais e 2 centros de convenções que oferecem uma ampla variedade de conferências e eventos de educação cívica. Nossos escritórios no exterior são responsáveis por mais de 200 projetos em mais de 120 países. Em casa e no exterior, nossos programas de educação cívica visam promover a liberdade, a paz e a justiça. Apostamos na consolidação da democracia, na unificação da Europa e no reforço das relações transatlânticas, bem como na cooperação para o desenvolvimento.

Trabalhamos em cooperação com instituições estatais, partidos políticos, organizações da sociedade cidadã, bem como elites selecionadas. Através dos nossos objetivos e valores pretendemos aprofundar, sobretudo em questões de política de desenvolvimento e futuramente, na cooperação política regional e global.

Para a KAS, a segurança energética e as mudanças climáticas tornaram-se peças importantes para a estruturação e manutenção de uma ordem social democrática. Diante disso, o Programa Regional Segurança Energética e Mudança Climática na América Latina (EKLA), da KAS, foi concebido como uma plataforma de diálogo, a fim de dar impulso aos processos de tomada de decisão política sobre essas questões.

Para superar com sucesso os desafios nacionais e internacionais em políticas climáticas e energéticas, a Alemanha precisa do apoio de seus parceiros internacionais. Nesse contexto, a América Latina é uma região particularmente importante para a Alemanha. A Fundação Konrad Adenauer não só tem uma longa história de bom trabalho em equipe e de ter desenvolvido uma relação de parceiros neste continente, como também a América Latina é uma região em que os desafios da segurança energética, em tempos de mudanças climáticas, são mais evidentes.

Neste contexto, as alterações climáticas e a transição energética representam uma oportunidade para uma nova forma de desenvolvimento com uma abordagem de sustentabilidade ambiental nas cidades, uma área onde os governos locais podem ter um grande impacto, tanto para mitigação como para adaptação, em linha com os ODS e a Agenda 2030.

Neste ano de 2022 comemoramos os 50 anos da Conferência de Estocolmo, primeira conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente, e os 30 anos da primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento,

realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro, que ficou conhecida como Eco-92 / Rio-92. A conferência obteve resultados importantes do ponto de vista científico, diplomático, político e ambiental. Além disso, criou um “locus” para debates e contribuições ao modelo de desenvolvimento sustentável e sua implementação na prática pelos países envolvidos.

Na Conferência Rio+20, 20 anos após a Eco-92, os processos e discussões que combinaram as lições aprendidas com os Objetivos do Milênio (ONU) deram origem à Agenda 2030 (ONU) e aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS fornecem a base para enfrentar os desafios de longo prazo que se intensificaram e as complexidades que surgiram nos tempos atuais, como a pobreza, as desigualdades sociais, a transição energética e as mudanças climáticas.

As tecnologias verdes se apresentam neste contexto como ferramentas determinantes para o avanço dos ODS e suas metas na magnitude e velocidade necessárias. No entanto, a inclusão de tecnologias verdes disruptivas no campo das políticas públicas, bem como seus impactos ambientais, econômicos e sociais na região, não são suficientemente conhecidos.

Desta forma, e considerando o contexto da América Latina na busca por soluções energéticas eficientes e limpas, como a mobilidade elétrica, a geração de energia renovável e a digitalização para o desenvolvimento sustentável, como parte de seus esforços para combater a mudança climática, temos o prazer de apresentar este guia “1º Guia para a Implementação de Tecnologias Verdes para o Impulso da Agenda 2030: práticas e indicadores nas cidades da América Latina”, desenvolvido em parceria com a Associação Brasileira dos Profissionais pelo Desenvolvimento Sustentável (ABRAPDS), com o apoio da consultoria Barassa & Cruz.

Convidamos você a desfrutar desta leitura que foi preparada com muito esforço e aproveitamos para agradecer a cada uma das pessoas que fizeram parte deste processo!

**Nicole Stopfer**  
Diretora EKLA-KAS

## Sobre o Green Tech Talks

---

O Projeto Green Tech Talks nasceu na ABRAPS (Associação Brasileira dos Profissionais para o Desenvolvimento Sustentável), núcleo do Rio de Janeiro, em 2020. Idealizado por Natália Moraes, diretora voluntária deste núcleo, o projeto nasceu com o intuito de aprofundar e disseminar conhecimentos sobre a implementação de tecnologias verdes “Green Techs” nas cidades, contemplando as dimensões ambientais, sociais e econômicas, bem como sua contribuição no âmbito da Agenda 2030 e para o Acordo de Paris. A primeira etapa do Projeto Green Tech Talks 2021 teve foco nacional e compreendeu o trabalho de pesquisa sobre a temática proposta e uma série de webinars viabilizando o debate e a exposição de conhecimento de cunho científico por representantes da sociedade brasileira (especialistas, empresários, representantes dos governos).

Ainda em 2021, a realização da parceria da ABRAPS Rio de Janeiro com a Fundação Konrad Adenauer (KAS), no âmbito do Programa Regional de Segurança Energética e Mudança Climática na América Latina (EKLA), possibilitou que o projeto fosse ampliado para o contexto regional. O Green Tech Talks 2021 América Latina, sob coordenação de Natália Moraes e Rafael Boraschi, compreendeu a elaboração de três seminários latino-americanos com atores chave da região; a elaboração de pesquisas aplicadas com a participação de especialistas; e a elaboração de um livro intitulado “Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável na América Latina e no Caribe”.

Os três grupos tecnológicos selecionados como foco das pesquisas e debates do projeto Green Tech Talks, na América Latina, em 2021, foram: ônibus elétrico urbano, tecnologias digitais e geração solar fotovoltaica. Estes grupos tecnológicos estão associados a alguns dos sistemas setoriais da economia que, segundo estudo da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL, 2020)<sup>1</sup>, destacam-se por sua capacidade de transformação da estrutura produtiva e que podem se tornar o centro dos esforços a favor da lógica do grande impulso para a sustentabilidade. São eles: i) as fontes de energia renováveis não convencionais; ii) eletromobilidade urbana e; iii) digitalização. Além disso, estes grupos tecnológicos são plenamente aderentes às tendências de transição energética, descentralização energética e maior participação dos consumidores nos serviços e mercados de energia e mobilidade.

---

<sup>1</sup> <https://www.cepal.org/pt-br/node/52516>

Em 2022, o projeto ganhou novo impulso quando a empresa Barassa & Cruz Consulting passou a fazer parte de sua coordenação, agregando forças e habilidades através das preciosas contribuições de Edgar Barassa e Robson Cruz. Nesse contexto e direção, posiciona-se o projeto Green Tech Talks 2022 (GTT 2022) que tem como vocação ser uma plataforma de conhecimento e articulação/conexões para Tecnologias Verdes Emergentes, considerando os desafios e oportunidades de mercado, P, D&I e perspectivas políticas para a América Latina e Caribe, considerando o contexto local e seus atores, bem como ponderando os impactos no desenvolvimento sustentável, utilizando a Agenda 2030 (ONU) como marco analítico.

Adiantando o conteúdo que será visto neste guia, no GTT 2022 é proposta uma continuidade em relação aos grupos tecnológicos estudados no GTT 2021, porém com maior abrangência das tecnologias contempladas em cada um dos grupos, como segue: fontes de energia renováveis (energia solar fotovoltaica, energia eólica, biogás e hidrogênio); eletromobilidade urbana (transporte público, frota pública, veículos de carga last mile, micromobilidade); e digitalização (big data, Inteligência artificial, IoT, conectividade).

Além disso, o GTT 2022 traz uma abordagem inovadora ao propor uma metodologia capaz de propiciar uma visão específica sobre a Agenda 2030, através do prisma das tecnologias verdes dentro das cidades latino-americanas. Por fim, espera-se, através deste projeto, contribuir de forma prática e útil para melhores condições de vida, para o desenvolvimento sustentável e para a mitigação das mudanças climáticas na região latino-americana.

Por fim, desejamos uma excelente leitura e jornada de muitos aprendizados com este guia!

**Natália Gonçalves de Moraes**

# CAPITULO 01

---



## **Natália Gonçalves de Moraes**

Fundadora da Academia ODS. Mestre em Planejamento Energético (COPPE/UFRJ), Diretora ABRAPS Rio de Janeiro



## **Edgar Barassa**

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/UNICAMP)

## **INTRODUÇÃO:**

MUDANÇAS EM MARCHA:

# **AS PERSPECTIVAS E DESAFIOS DA AGENDA 2030 E SUA ALAVANCAGEM A PARTIR DAS TECNOLOGIAS VERDES EMERGENTES**

À medida em que o mundo busca novos caminhos para a mitigação das mudanças climáticas e para a recuperação de suas economias após uma das mais graves crises sanitárias da história, novos focos de tensão e incertezas, como o aparecimento de outro vírus patogênico e a invasão russa na Ucrânia, impõem à humanidade novos desafios de grande magnitude. Os efeitos sobre a oferta de alimentos, a saúde, a educação, o meio ambiente, a paz e a segurança, afetam diretamente o Desenvolvimento Sustentável Global e a própria vida no planeta. Fica evidente que sem a coordenação de esforços e a cooperação a nível global, não será possível a construção de uma agenda robusta capaz de proporcionar os resultados necessários para o bem comum.

Com base nestes entendimentos e desafios em curso, faz-se necessário a retomada do marco que envolveu 193 Estados Membros da ONU, os quais comprometeram-se a trabalhar para os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Adotando a resolução “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” em 2015 (ONU BRASIL, 2022), os ODS fornecem a base e instrumental para lidar com os desafios de longo prazo, que se intensificaram e se agravaram, como pobreza, desigualdades sociais, transição energética e mudanças climáticas.

De forma sinérgica e convergente, o Acordo de Paris (AP) adotado na COP 21, em dezembro de 2015, tornou-se o instrumento regulador da ação internacional para enfrentar as mudanças climáticas, estabelecendo as bases para limitar as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) de forma quantificada. Cabe dizer que o sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o qual tem como foco principal a mitigação - redução das emissões de GEE e a remoção do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera - elege os ODS (ONU) como base para avaliar a ação climática no contexto do desenvolvimento sustentável (UNEP, 2022).

Neste contexto de acordos e alvos concretos da sustentabilidade, o desenvolvimento tecnológico e a inovação são peças-chave para atingir as metas propostas até 2030. Assim, em diversas regiões do mundo, os investimentos nas tecnologias verdes passaram a ter prioridade nos orçamentos privados e governamentais. As cidades, território onde vive mais da metade da população mundial (55%) e onde são geradas aproximadamente 60% das emissões de GEE, são o palco no qual as tecnologias verdes ganham espaço para endereçar questões como: acesso à energia limpa, saneamento precário, degradação ambiental, emissão de gases poluentes locais e Gases do Efeito Estufa (GEE). De fato, o sucesso da Agenda 2030 está em grande medida condicionada ao avanço de sua implementação no âmbito das cidades. De acordo com a ONU,

dois terços dos 234 indicadores relacionados aos ODS apresentam componentes urbanos (ONU HABITAT, 2022).

Dentre as tecnologias verdes destinadas ao desenvolvimento sustentável nas cidades, as tecnologias de geração de energia renovável distribuída, redes elétricas inteligentes e baterias, por exemplo, contribuem para a mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE) e são as bases para a transição energética em linha com o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) e o ODS 13 (Mitigação das Mudanças Climáticas). As tecnologias de eletrificação de transportes contribuem para o ODS 11 (Cidades Sustentáveis) e o tratamento de resíduos sólidos urbanos contribui para a economia circular (ODS 12). As tecnologias digitais, por sua vez, atuam transversalmente nesses setores, possibilitando novos modelos de negócios, além de informações mais precisas sobre as características da população, por meio da coleta e tratamento de uma quantidade cada vez mais expressiva de dados (ODS 9).

No entanto, para que produzam os efeitos e resultados esperados nas cidades, é necessário que as tecnologias verdes sejam cuidadosamente dimensionadas e ajustadas para o contexto político, social e geoeconômico onde estão inseridas e através de modelos de negócio com viabilidade técnica/econômica e de implementação, considerando os stakeholders envolvidos, financiamento etc. Os veículos elétricos de forma geral, por exemplo, são mais atrativos para cidades ou modelos de negócio, onde seu uso seja intensivo, de forma que o investimento inicial frequentemente mais elevado do que o equivalente à combustão interna possa ser compensado pela redução dos custos operacionais.

Ressalta-se que as tecnologias verdes também geram impactos ambientais de diversas naturezas que precisam ser identificados, discutidos e mitigados. Especialmente em países em desenvolvimento, como aqueles da região latino-americana, as tecnologias também podem aumentar as brechas sociais existentes e aumentar a exclusão de grupos que não têm acesso a elas, não as utilizam ou não se apropriam delas.

**A visão das tecnologias verdes como impulsionadoras da Agenda 2030 permite uma abordagem estratégica de médio e longo prazos, na qual os benefícios da implementação da tecnologia são ampliados através de análise e reconhecimento de seus potenciais impactos diretos e indiretos nos 17 ODS e suas metas. Além disso, o acompanhamento dos resultados pode ser proposto através de indicadores locais em linha com os indicadores propostos globalmente e com as condicionantes e características do contexto local.**

Face a este contexto, algumas questões se colocam: como tem se dado a trajetória de implementação das tecnologias verdes na América Latina? Quais são os grupos tecnológicos mais promissores para se pensar a descarbonização e o desenvolvimento

sustentável de forma ampla? Quais são os diálogos e interfaces entre as tecnologias e os ODS que possam atuar de forma sinérgica? Quais são as melhores práticas, iniciativas em curso e ações desempenhadas nessa direção?

Frente a essas questões, posiciona-se o objetivo geral deste projeto, o qual é detalhado e apresentado na próxima seção, com seus objetivos específicos associados.

## 1.1 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir deste pano de fundo é que posicionamos a questão de pesquisa deste projeto, a qual busca compreender como as tecnologias verdes ou “green techs” podem ser endereçadas de forma eficaz e dentro da urgência com que se apresentam, sendo ela:

**Como acelerar a implementação e difusão das tecnologias emergentes de forma articulada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU) e à Agenda 2030 no contexto da América Latina e Caribe?**

Para isso, o objetivo geral deste projeto foi identificar, compreender e analisar a conexão entre as tecnologias verdes com os ODS para alcance das metas da Agenda 2030 na América Latina e Caribe a partir das dimensões de indicadores definidos e de grupos tecnológicos selecionados.

Esta questão-problema central se desdobra em quatro fatores críticos (vide Quadro 1) neste trabalho, entendidos como peças-chaves para o alcance do objetivo geral e que se conectam aos objetivos específicos listados e descritos na sequência:

1. Implementação da Agenda 2030 nas cidades latino-americanas;
2. Conhecimento técnico sobre as opções de tecnologias verdes;
3. Parcerias e arranjos de atores para projetos e novos negócios; e
4. Relação entre tecnologias verdes e Agenda 2030.

**Quadro 1. Questões e objetivos específicos para implementação das tecnologias verdes correlacionados à Agenda 2030 nas cidades latino-americanas**

FATORES CRÍTICOS	SITUAÇÃO/PROBLEMA DE CONTEXTO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DESENHADOS
<p><b>Implementação da Agenda 2030 nas cidades latino-americanas</b></p>	<p>Trata-se das restrições de diversas naturezas (governança, apoio político, regulamentação, dados insuficientes etc.) para a implementação da Agenda 2030 localmente. Além disso, há o desconhecimento das vantagens diversas que a implementação desta ferramenta de política pública pode trazer dentro do contexto latino-americano.</p>	<p>Compreender as oportunidades e desafios (políticos, administrativos, regulatórios, de capacitação técnica, de acesso à cooperação, parcerias e financiamento, consolidação de resultados e indicadores) para a implementação da Agenda 2030 no âmbito das cidades latino-americanas.</p>
<p><b>Conhecimento técnico sobre as opções de tecnologias verdes</b></p>	<p>O conhecimento técnico sobre as diversas tecnologias verdes e sua adequada implementação nas cidades pode se mostrar insuficiente, restringindo sua maior difusão, e por consequência, os potenciais resultados, tais como redução de poluição local e global, economia de energia, criação de empregos e desenvolvimento econômico.</p>	<p>Compreender as oportunidades e desafios (políticos, administrativos, regulatórios, de capacitação técnica, de acesso à cooperação, parcerias e financiamento, consolidação de resultados e indicadores) para a implementação das tecnologias verdes nas cidades latino-americanas.</p>
<p><b>Parcerias e arranjos de atores para projetos e novos negócios</b></p>	<p>Os modelos de negócio nem sempre são conhecidos ou apresentam restrições diversas para serem elaborados e implementados de forma a se obter os menores custos-benefícios. Deve-se levar em conta que as tecnologias verdes muitas vezes requerem modelos de negócio inovadores e disruptivos.</p>	<p>Caracterização do ecossistema para o desenvolvimento de tecnologias verdes na região e análise das melhores práticas/ modelos de negócio que permitem que a implementação destas tecnologias sejam financeiramente e tecnicamente viáveis.</p>

### Relação entre tecnologias verdes e Agenda 2030

Relação entre tecnologias verdes e Agenda 2030: muitas cidades latino-americanas ainda não possuem uma visão integrada e estratégica de como as tecnologias podem se traduzir em iniciativas/programas ou ações nos governos locais, bem como reconhecer e correlacionar seus impactos diretos e indiretos com os 17 ODS, ampliando resultados ao longo do tempo. Proporcionar aos governos locais um painel de indicadores aplicados às cidades para mensuração e acompanhamento dos resultados da implementação de projetos/ tecnologias verdes.

Analisar a contribuição dos grupos tecnológicos selecionados nos 17 ODS para que se impulse a implementação da Agenda 2030 nas cidades latino-americanas. Reconhecer e ampliar os impactos positivos diretos e indiretos das tecnologias nos 17 ODS, permitindo uma visão integrada e otimizada como estratégia de médio e longo prazo para as cidades.

Fonte: elaboração própria

Para contemplar os objetivos assinalados, um arcabouço de conhecimentos direcionados torna-se imperativo para posicionar esta discussão e trazer suas referências e aspectos relacionados. Para isso, a próxima seção trata de caracterizar o marco conceitual do projeto, demonstrando os temas e pontos centrais a fim de posicionar o leitor nesse debate.

## 1.2 MARCO CONCEITUAL DO PROJETO

A execução do trabalho envolveu a utilização de um quadro conceitual com abordagens conceitualmente distintas, mas que se conectam e se somam à compreensão necessária ao contexto da questão-problema central deste projeto, são eles: i) o contexto latino-americano, ii) Agenda 2030 como bússola para região; iii) territorialização dos ODS; e, por fim, iv) as tecnologias verdes como vetores de alavancagem da Agenda 2030 e do Acordo de Paris.

No intuito de entender a dinâmica da América Latina e Caribe, considerando seus desafios socioeconômicos estruturais e a necessidade de recuperação pós-pandemia, a pesquisa se apoiou nos estudos da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e da bagagem proporcionada pela primeira fase do programa Green Tech Talks (2021).

A noção da Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, fornecida pela ONU, orienta o prisma analítico utilizado para o caso latino-americano e permite entender a lógica por trás das ações para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

Na sequência, a discussão da territorialização é oportuna, pois transporta a Agenda 2030 e os caminhos do desenvolvimento sustentável para os estados, municípios e bairros que mais precisam, para que passem a implementar ações locais voltadas às diferentes dimensões do desenvolvimento, respeitando as peculiaridades e as necessidades de cada território.

Por fim, a última seção de discussão do marco conceitual do projeto se volta aos artefatos tecnológicos de fato, apresentando-os de forma breve e caracterizando seus atributos destacáveis, principalmente identificando e apontando onde as interfaces e conclusões com os ODS e a Agenda 2030 são perceptíveis.

A seguir, são descritas essas abordagens utilizadas no trabalho a partir da apresentação de seus conceitos principais, bem como a metodologia utilizada, correlacionando com as principais questões que nortearam o desenvolvimento do trabalho.

### 1.3 O CONTEXTO LATINO-AMERICANO: DESAFIOS SOCIOECONÔMICOS ESTRUTURAIS E A NECESSIDADE DE RECUPERAÇÃO PÓS-PANDEMIA

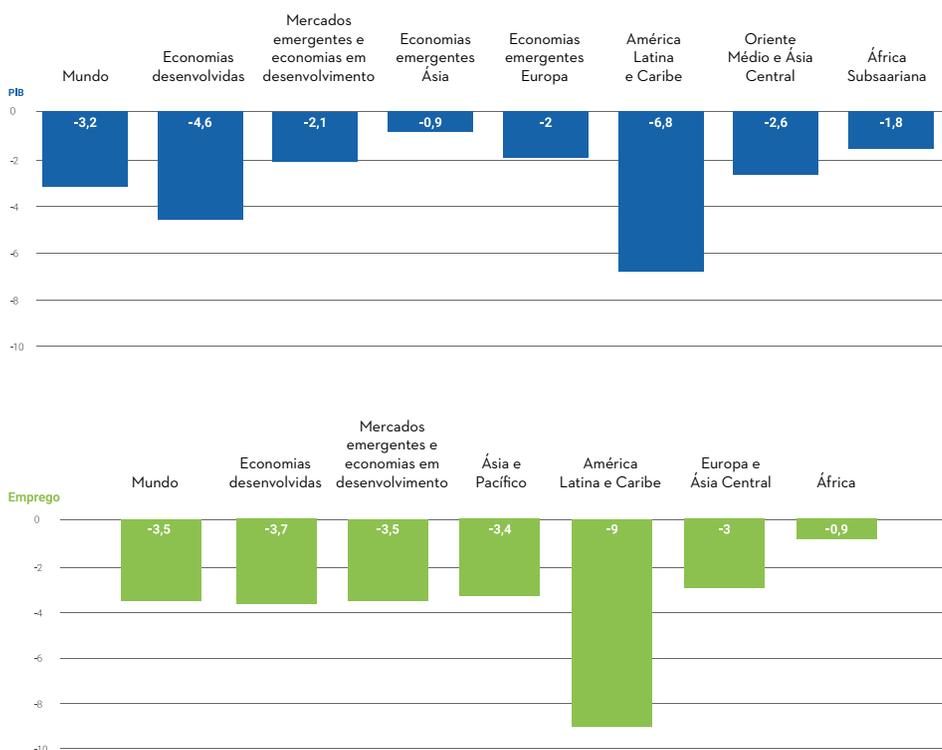
Os impactos das tecnologias verdes, sejam positivos ou negativos, dependem do contexto em que estão inseridos, considerando política, economia, concentração populacional, distribuição de renda, dentre outros. Compreender o contexto regional é fundamental para que os resultados positivos esperados sejam potencializados e para que os eventuais impactos negativos possam ser mitigados.

A região da América Latina, historicamente caracterizada pela alta desigualdade e crescimento limitado, tem sido gravemente afetada pelos impactos na saúde da população e pelo desaquecimento do crescimento econômico global. Os governos frequentemente apresentam dificuldades em atender suas necessidades fiscais e a perspectiva de uma vida próspera para os cidadãos fica restringida, agravando os desafios sociais já existentes.

O impacto pronunciado da pandemia no PIB (Produto Interno Bruto) das economias da América Latina e do Caribe, em comparação com outras regiões, fica evidente na Figura 1. Quando se analisa os dados de emprego, o impacto foi ainda mais pronunciado, expondo a população à situação de pobreza. Embora cada país da América Latina apresente estruturas econômicas e políticas distintas de reação à crise, a CEPAL

(2022) constatou que o impacto da crise na região foi agravado por fatores estruturais que definem a composição do emprego, em particular, o alto peso da informalidade e do setor de serviços de baixa produtividade no mercado de trabalho (CEPAL, 2022a).

**Figura 1 - Crescimento do PIB e do número de pessoas empregadas no mundo e regiões (2020) (em porcentagem)**



Fonte: extraído de CEPAL (2022a)

Em linha com este contexto, o número de pessoas vivendo em extrema pobreza na América Latina e Caribe aumentou de 81 para 86 milhões no período entre 2020 e 2021, representando um retrocesso de 27 anos. Tendo em consideração uma ligeira diminuição da taxa geral de pobreza, o número de pessoas nessa situação passou de 204 para 201 milhões entre 2020 e 2021 (CEPAL, 2022b). Paralelamente, constatou-se

um aumento das desigualdades na região através do Coeficiente de Gini - utilizado internacionalmente para medir a distribuição de renda - o qual aumentou 0,7 ponto percentual para a média regional entre 2019 e 2020.

Embora uma recuperação econômica persistente possa ajudar a reverter a deterioração dos indicadores de pobreza e desigualdade na América Latina e Caribe, fica evidente que a região se encontra numa posição vulnerável frente a um aumento de inflação e/ou desaceleração das economias, à retração de investimentos diretos internacionais, às novas crises sanitárias e às consequências do aquecimento global.

Por outro lado, esta breve contextualização ressalta, também, que a implementação de tecnologias verdes para promoção do desenvolvimento sustentável na América Latina apresenta características próprias e requer que os desafios estruturais sejam devidamente contemplados, nas políticas públicas em todos os níveis de governo, considerando o combate das desigualdades, da pobreza e da deterioração ambiental.

A Agenda 2030 da ONU é a ferramenta global que apresenta este papel de direcionar as políticas públicas, empresas e pessoas, abordando os desafios apresentados de forma integrada e sem deixar ninguém para trás. Esta abordagem é descrita no tópico seguinte.

## 1.4 AGENDA 2030 COMO BÚSSOLA PARA A REGIÃO

A resposta dos diversos países às crises de magnitude global requer um esforço compartilhado e ações orquestradas para que as soluções sejam implementadas de forma impactante e viabilizem os resultados esperados dentro de um horizonte proposto. O estabelecimento de uma linguagem comum tem a vantagem de possibilitar o alinhamento entre os entes governamentais, o setor privado, o terceiro setor e a população na construção de soluções para as pessoas e para o planeta. A Agenda 2030 desempenha este papel ao obter o comprometimento de 193 países que adotaram a resolução “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”.

Os 17 ODS que compõem a Agenda (Figura 2) são desdobrados em metas e indicadores que podem ser adaptados por todos os países de acordo com suas prioridades e de modo a combater as raízes da pobreza de uma forma holística, agregando ações em 17 áreas nas quais é possível promover um presente e um futuro melhor.

Figura 2 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: extraído de Estratégia ODS (2022)'

Sua abordagem reconhece, basicamente, três princípios fundamentais:

**Universalidade** - A Agenda é aplicável para todas as tipologias de países, não apenas para países em desenvolvimento. Os ODS levam em consideração a possibilidade de abordagens nacionais adaptadas e diferenciadas para a implementação do que é visto como uma responsabilidade comum e coletiva.

**Abordagem integrada** - A Agenda 2030 evidencia que não é suficiente tentar alcançar os Objetivos um a um, de forma separada. Eles requerem uma abordagem integrada, a partir de ações que trarão resultados combinados, influenciando mais de um ODS. Assim, é necessária uma abordagem integrada e coerência política para um planejamento colaborativo e intersetorial.

**Não deixar ninguém para trás** - A Agenda 2030 incorpora fortemente a ideia de ninguém ser deixado para trás, e isso é expresso em vários objetivos e metas que buscam um alcance universal (por exemplo, metas zero: erradicar a extrema pobreza; erradicar a fome; promover uso sistemático de dados desagregados por categorias; praticar abordagem baseada na qualidade dos resultados; e elaborar quadros normativos).

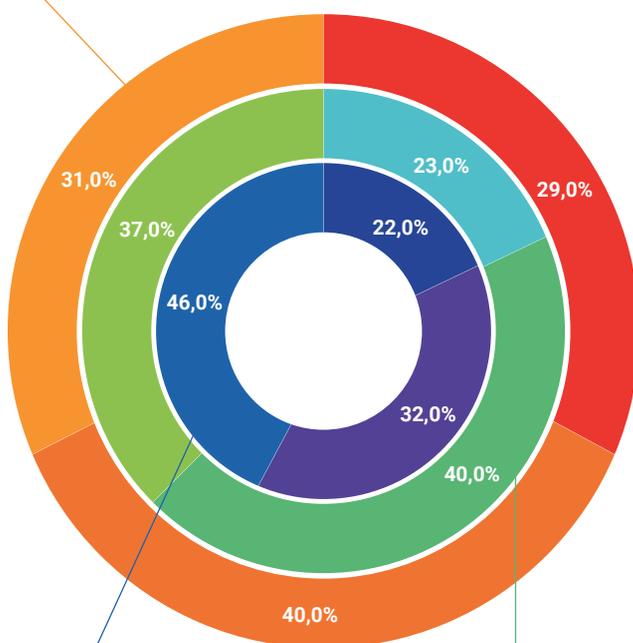
Os países da América Latina e Caribe têm apresentado relevante adesão à implementação da Agenda 2030, através da realização em duas áreas: i) a criação ou atualização de arranjos institucionais para a implementação e monitoramento da Agenda 2030 e ii) a incorporação dos ODS nos planos nacionais de desenvolvimento ou o alinhamento desses planos com os ODS. Até 2019, 27 dos 33 países da região haviam criado um mecanismo institucional encarregado de implementar e monitorar a Agenda 2030 ou delegaram essa tarefa a uma instituição já existente (CEPAL, 2022b).

Para compreender onde a América Latina se encontra atualmente no caminho rumo ao alcance das metas dos ODS e quais são as perspectivas até o final do horizonte do compromisso emanado da Agenda 2030, a CEPAL desenvolveu um exercício de simulação de cenários e projeções de tendências que permite classificar séries estatísticas de acordo com a possibilidade de atingir as metas estabelecidas em linha com as tendências atuais, com e sem intervenções políticas. O exercício também possibilitou considerar o impacto da pandemia no comportamento dos indicadores oficiais dos ODS. No total, foram analisadas 193 séries do conjunto de 150 indicadores priorizados para a região, permitindo avaliar as tendências de 111 metas. Todos os ODS são contemplados por, pelo menos, três das séries estudadas (Figura 3).

Figura 3 - América Latina e Caribe: porcentagem de séries estatísticas, indicadores e metas segundo suas possibilidades de êxito no horizonte 2030 (em porcentagem)

### SÉRIES ESTATÍSTICAS

- 29** A tendência está longe da meta.
- 40** A tendência está correta, mas o avanço é demasiado lento para se alcançar a meta.
- 31** A meta foi alcançada ou é provável que se alcance com a tendência atual.



### METAS

- 22** A tendência está longe da meta.
- 32** A tendência está correta, mas o avanço é demasiado lento para se alcançar a meta.
- 46** A meta foi alcançada ou é provável que se alcance com a tendência atual.

### INDICADORES

- 23** A tendência está longe da meta.
- 37** A meta foi alcançada ou é provável que se alcance com a tendência atual.
- 40** A tendência está correta, mas o avanço é demasiado lento para se alcançar a meta.

Os resultados encontrados trazem perspectivas para 2030 e mostram que as ações políticas são necessárias para atingir as metas, seja para acelerar as tendências observadas (em 31% da série, 40% dos indicadores, 46% das metas) ou reverter a estagnação ou queda observada (29% da série, 23% dos indicadores, 22% das metas), como pode ser visto na Figura 3. Por outro lado, 40% das séries analisadas apresentam previsão positiva. Esse percentual cai para 37% no caso dos indicadores e para 32% quando a unidade de análise se refere ao total das metas analisadas.

## 1.5 TERRITORIALIZAÇÃO DOS ODS

É no âmbito local que os problemas mencionados nos tópicos anteriores são vivenciados e, também, é onde as soluções podem ser construídas. Territorializar os ODS significa levar a Agenda 2030 e os caminhos do desenvolvimento sustentável para os estados, municípios e bairros que mais precisam, para que passem a implementar ações locais voltadas às diferentes dimensões do desenvolvimento, respeitando as peculiaridades e as necessidades de cada território. Portanto, territorializar é contribuir para que o alcance dos ODS possa também ocorrer “de baixo para cima”. Quanto mais localizadas e mais desagregadas forem as informações e indicadores, mais fácil ficará a identificação de áreas e territórios que mais precisam de apoio e soluções.

A importância da territorialização dos ODS também é evidenciada pelo fato de ser o ambiente no qual vive mais da metade da população mundial (55%) e onde são geradas, aproximadamente, 60% das emissões de GEE, apresentando um papel determinante para que o planeta avance na direção do desenvolvimento sustentável. De fato, o sucesso da Agenda 2030 está em grande medida condicionado ao avanço de sua implementação no âmbito das cidades. De acordo com a ONU, dois terços dos 234 indicadores relacionados aos ODS apresentam componentes urbanos (ONU HABITAT, 2022).

Em especial, na América Latina e o Caribe, mais de um terço dos habitantes vivem em cidades com mais de 1 milhão de habitantes, concentrando desafios diversos, tais como saneamento precário, degradação ambiental, déficit habitacional, violência e emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE). Por outro lado, a concentração populacional favorece: a economia compartilhada, a implementação de novos modelos de negócio e inovação, maior eficiência na mobilidade urbana e a implementação de processos de economia circular de resíduos sólidos.

A implementação de tecnologias verdes neste contexto viabiliza o avanço de soluções em ordem de grandeza e urgência que as crises climáticas, econômicas e sanitárias requerem. No entanto, para que os resultados esperados sejam alcançados pela implementação de iniciativas/ tecnologias de forma eficaz e com

racionalidade econômico-financeira, é preciso que estas sejam bem dimensionadas para o contexto e características das cidades, dentro de modelos de negócios bem delineados. Além disso, é necessário um acompanhamento dos resultados através de indicadores específicos.

Na existência de restrições orçamentárias, governança frágil e baixo crescimento sobre as opções tecnológicas e especificidades técnicas e dificuldade de formulação e implementação de projetos, governos locais podem não conseguir endereçar os desafios urbanos de forma satisfatória. Compreender estes entraves e contribuir para a divulgação de conhecimentos, tanto da Agenda 2030 quanto sobre as opções de tecnologias verdes, permite ajudar a transpor essas barreiras.

É por esses fatores que é preciso territorializar a Agenda 2030, pois não se pode pensar apenas na média nacional, mas realmente chegar até àquela cidade e àquele bairro que mais precisam encontrar caminhos para alcançar as 169 metas de desenvolvimento sustentável.

Para que seja possível trabalhar a territorialização e a integração, é preciso não só desagregar indicadores, mas também fortalecer as capacidades dos gestores governamentais, bem como atores da sociedade civil e do setor privado, para identificar necessidades e orientar o planejamento de políticas e projetos que contribuam de forma concreta e eficaz para alcançar as metas da Agenda. A parceria entre diversos setores também é essencial para que as ações aconteçam de forma integrada e eficaz.

## **1.6 AS TECNOLOGIAS VERDES COMO VETORES DE ALAVANCAGEM DOS ODS E ALCANCE DA AGENDA 2030: UMA VISÃO POR GRUPOS TECNOLÓGICOS SELECIONADOS AO PROJETO**

Consideradas propulsoras do desenvolvimento e inovação para os próximos anos, as tecnologias emergentes verdes são definidas como os artefatos tecnológicos que apresentam menor impacto ambiental em seus processos e utilização. Isso é refletido, por exemplo, na diminuição das emissões de gases do efeito estufa, na redução da pegada de CO<sub>2</sub> no ciclo de vida do produto e incorporação da biodegradação de elementos.

Essas tecnologias têm ganhado tração, escalabilidade e ampliado sua difusão ao serem suportadas pelas agendas climáticas internacionais e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU). Esses acordos celebrados realizam a pressão para que as empresas/estados/países adotem práticas mais sustentáveis e com menor impacto ao meio ambiente, impondo à indústria global de produtos e serviços a necessidade de adoção de novas tecnologias alternativas às tradicionais.

Neste projeto, o foco é trabalhar com os seguintes grupos tecnológicos: fontes de energia renováveis, eletromobilidade urbana e digitalização. As tecnologias contempladas em cada um destes grupos e suas definições estão disponíveis no Quadro 2.

Quadro 2 - Grupos tecnológicos e suas tecnologias consideradas

GRUPOS TECNOLÓGICOS	DETALHAMENTO	DEFINIÇÃO E COMENTÁRIOS
<p><b>Fontes de Energia Renováveis</b></p> <p>Fontes consideradas inesgotáveis, pois suas quantidades se renovam constantemente ao serem usadas. Adicionalmente, são consideradas limpas, pois emitem menos gases de efeito estufa (GEE) que as fontes fósseis<sup>1</sup></p>	<p>Energia Solar Fotovoltaica</p>	<p>Energia elétrica gerada diretamente a partir da luz solar. A radiação solar (luz) interage com um material semicondutor (geralmente, o silício), gerando eletricidade diretamente. Os sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em inúmeros lugares, como telhados de casas, shoppings e estacionamentos, amplamente conhecidos como Geração Distribuída ou microgeração.<sup>2</sup></p>
	<p>Energia Eólica</p>	<p>A energia eólica é obtida através do aproveitamento do vento, que é o movimento das massas de ar. Para transformar a energia dos ventos em energia elétrica são usados aerogeradores, que possuem imensas hélices que se movimentam de acordo com a quantidade de vento no local.<sup>3</sup></p>
	<p>Hidrogênio Verde</p>	<p>O “hidrogênio verde” é definido como aquele produzido via eletrólise da água com energia proveniente de fontes renováveis variáveis (principalmente, energias eólica e solar).<sup>4</sup></p>

<sup>1</sup> Extraído de EPE (2022) <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>

<sup>2</sup> Extraído de EPE (2022) <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>

<sup>3</sup> Extraído de EPE (2022) <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>

<sup>4</sup> Obtido por meio de [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT\\_Hidrogeno%CC%82nio\\_rev01%20\(1\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT_Hidrogeno%CC%82nio_rev01%20(1).pdf)

<p><b>Fontes de Energia Renováveis</b></p>	<p>Biogás</p>	<p>O biogás é um tipo de biocombustível produzido a partir da decomposição de materiais orgânicos (de origem vegetal ou animal), que são decompostos, produzindo uma mistura de gases, cuja maior parte é composta de metano. Por sua vez, o metano é um gás combustível, que pode ser aproveitado para geração de energia térmica, elétrica e como combustível veicular.<sup>5</sup></p>
<p><b>Mobilidade Elétrica</b></p> <p>A mobilidade elétrica considera a aplicação e utilização de veículos propulsionados por um ou mais motores elétricos em pelo menos uma de suas rodas, que apresentam como principal fonte energética a eletricidade<sup>6</sup></p>	<p>Transporte Público</p>	<p>Trata-se da eletromobilidade no transporte coletivo por ônibus como solução viável para as cidades, tanto para melhorar a qualidade do ar local quanto para contribuir com o esforço global de combate às mudanças climáticas. Além disso, a implementação de ônibus elétricos pode proporcionar uma oportunidade de repensar a mobilidade da cidade como um todo, qualificando e integrando o sistema de transporte e, assim, melhorando a vida da população<sup>7</sup>.</p>
	<p>Frota Pública</p>	<p>Aplicação de veículos elétricos leves de passageiros na gestão pública municipal nas cidades, sendo mais econômicos na operação e não poluentes. Outras vantagens são o silêncio dos veículos em movimento devido ao motor elétrico, a não emissão de ruídos ou gases, entre outros benefícios.</p>
	<p>Veículos de Carga Last Mille</p>	<p>Referem-se aos “VUCs”, sendo “Veículo Urbano de Carga”, que demonstram sistema de propulsão elétrica para sua aplicação. Focado no uso profissional para logística urbana dentro das cidades, o VUC pode ter, no máximo, comprimento de 6,30m, largura de 2,20m e capacidade de carga de 3 toneladas.<sup>8</sup></p>

<sup>5</sup> Extraído de <https://cibiogas.org/blog-post/o-que-e-biogas/#:~:text=O%20biog%C3%A1s%20%C3%A9%20um%20tipo,parte%20%C3%A9%20composta%20de%20metano>.

<sup>6</sup> Extraído de Barassa (2019) e PNME (2021)

<sup>7</sup> Extraído de [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/Guia\\_Eletromobilidade.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/Guia_Eletromobilidade.pdf)

<sup>8</sup> <https://www.karvi.com.br/blog/o-que-e-um-veiculo-vuc-ou-vlc/>

<p><b>Mobilidade Elétrica</b></p>	<p>Micromobilidade</p> <p>Micromobilidade se refere ao deslocamento de veículos leves que circulam a uma velocidade de até 25 km/h e são utilizados para viagens de até 10 km de distância. Inclui patinetes, bicicletas convencionais (e de carga também), triciclos e skates, principalmente. São baseados na propulsão humana ou elétricos, podendo ser particulares ou compartilhados.<sup>9</sup></p>
<p><b>Digitalização e conectividade focadas nas cidades</b></p> <p>São estratégias que utilizam da tecnologia digital e da conectividade para melhorar diferentes sistemas urbanos<sup>10</sup></p>	<p>Big Data, Inteligência Artificial, IoT, Conectividade.</p> <p>Trata-se de um arcabouço de tecnologias que se baseiam no campo da digitalização e conectividade. Nesse sentido, destacam-se amplamente as perspectivas de Big Data, que busca tratar, analisar e obter informações a partir de grandes blocos de dados; a parte de inteligência artificial, com os atributos de aprendizado de máquina; a visão da conectividade, que remete ao trabalho em rede e amplamente conectado perante os seus dispositivos associados, bem como a internet das coisas, flanco que também está presente nessa discussão, que compreende objetos físicos incorporados a sensores, softwares e outras tecnologias com o objetivo de conectar e trocar dados com outras tecnologias também conectadas. Podem ser aplicados para diversos sistemas urbanos como mobilidade, habitação, infraestrutura, educação e entre outros sistemas que afetam a vida das pessoas, proporcionando mudanças que geram impacto positivo para os habitantes.</p>

Fonte: elaboração própria a partir de múltiplas fontes referenciadas

<sup>9</sup> Extraído de <https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/04/O-que-%C3%A9-micromobilidade.pdf>

<sup>10</sup> <https://ideiagov.sp.gov.br/cidades-inteligentes-a-digitalizacao-do-espaco-para-ofertar-maior-qualidade-de-vida-a-populacao/>

As tecnologias destacadas são totalmente aderentes às tendências de transição e descentralização energética, e à maior participação dos consumidores nos serviços e mercados de energia e mobilidade. Por isso, elas são frequentemente endereçadas em pacotes econômicos nomeados “verdes”, voltados para recuperação econômica pós-pandemia.

Na América Latina, o “Big Push” ou Grande Impulso para Sustentabilidade, embora não seja propriamente um pacote verde, foi definido pela CEPAL como a articulação e a coordenação de políticas para mobilizar um conjunto de investimentos complementares e que impulsionem um ciclo virtuoso de crescimento econômico, geração de empregos, desenvolvimento de cadeias produtivas, diminuição da pegada e dos impactos ambientais, ao mesmo tempo em que recupera a capacidade produtiva do capital natural (CEPAL, 2020). No Big Push, são propostas as transformações para uma recuperação econômica associada com a redução de vulnerabilidades e desenvolvimento de resiliência com sustentabilidade.

As fontes de energia renováveis não convencionais, a eletromobilidade urbana e a digitalização foram elencados dentre os sete sistemas setoriais que podem se tornar o centro dos esforços na lógica do Big Push, juntamente com a indústria de fabricação de saúde, a bioeconomia, a economia circular e o turismo. Estes setores da economia se destacam por sua capacidade de transformação de estrutura produtiva, amplos espaços para geração de empregos de melhor qualidade, inovação e incorporação de avanços tecnológicos, diversificação de exportação, ações de adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e desenvolvimento de esforços de cooperação regional (KAS, 2021).

Entendido este marco conceitual, habilita-se ao leitor a continuidade no entendimento deste projeto e onde seus resultados são perceptíveis. A próxima seção trata de apresentar as estratégias metodológicas desenvolvidas para o alcance destes resultados que serão explorados na sequência.

## 1.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ETAPAS DA PESQUISA

Considerando os objetivos apresentados, o Quadro 3 apresenta a estratégia geral para a construção dos capítulos sob o ponto de vista dos seus procedimentos metodológicos que, no seu conjunto, permitem alcançar as informações necessárias aos blocos definidos. Para isso, combinam-se vários métodos de coleta de informações, conforme apresentado no Quadro 3.

### Quadro 3 - Estratégia metodológica geral por fonte de dados/informações

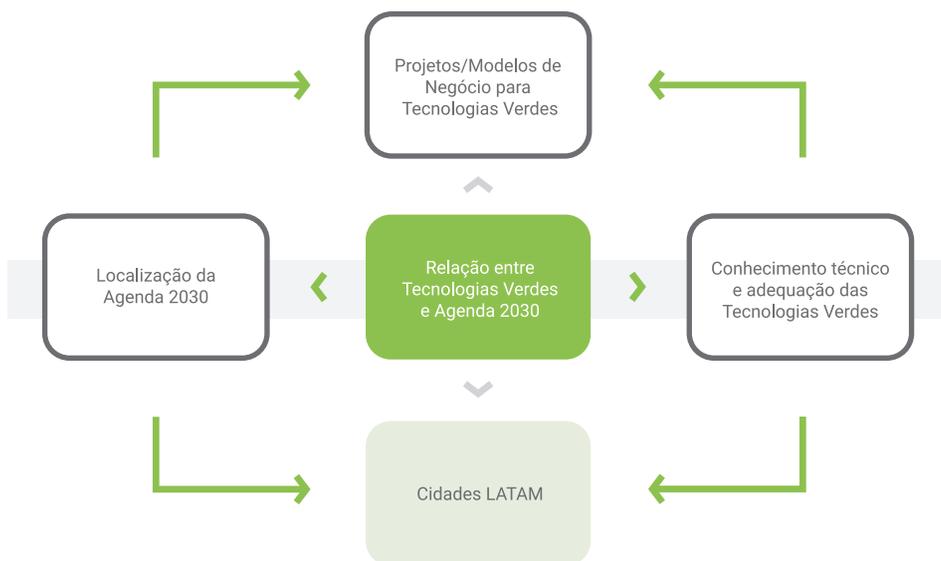
<b>Estratégia metodológica</b>	Revisão de Literatura e coleta de dados secundários (artigos, teses, livros e dissertações, websites)
	Análise dos instrumentos de políticas e regulação
	Entrevistas com Empresas
	Entrevistas com Governo
	Entrevistas com ICTs
	Workshop GTT

Fonte: elaboração própria

Vale enfatizar que as análises a serem conduzidas nos capítulos são correlatas e complementares. Os resultados de cada uma destas frentes se somam e servem de insumos para a compreensão da dinâmica dos grupos tecnológicos com os ODS e Agenda 2030 associada, com ênfase nos indicadores e boas práticas necessárias.

Na Figura 4, pode-se observar os passos metodológicos adotados para o cumprimento dos objetivos deste projeto e, no Quadro 4, os procedimentos metodológicos são associados a cada um dos objetivos específicos. Estas informações visam dar sustentação ao processo de execução das atividades e detalham as ações feitas para cumprir os objetivos.

**Figura 4 - Metodologia GTT de Implementação de Tecnologias Verdes nas Cidades Latino-Americanas**



Fonte: elaboração própria

**Quadro 4 - Procedimentos metodológicos por frente de pesquisa**

QUESTÃO/ PROBLEMAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS
<p><b>Localização da Agenda 2030 nas cidades latino-americanas</b></p>	<p>Compreender as oportunidades e desafios (políticos, administrativos, regulatórios, capacitação técnica, acesso à cooperação, parcerias e financiamento, consolidação de resultados e indicadores) para a implementação da Agenda 2030 no âmbito das cidades latino-americanas.</p>	<p>Mapeamento dos principais stakeholders da região latino-americana e desenvolvimento de Workshop GTT com atores selecionados, com o objetivo de compreender as oportunidades e desafios da implementação da Agenda 2030 nas cidades, bem como possíveis encaminhamentos para estes temas.</p>

---

### Conhecimento técnico sobre as opções de tecnologias verdes

Compreender as oportunidades e desafios (políticos, administrativos, regulatórios, capacitação técnica, acesso à cooperação, parcerias e financiamento, consolidação de resultados e indicadores) para a implementação das tecnologias verdes nas cidades latino-americanas.

Desenvolvimento de Workshop GTT com os principais stakeholders da região para mapeamento de oportunidades e desafios da implementação das tecnologias verdes nas cidades, bem como possíveis encaminhamentos para estes temas.

---

### Parcerias e arranjos de atores para projetos e novos negócios

Caracterização do ecossistema para o desenvolvimento de tecnologias verdes na região e análise das melhores práticas/ modelos de negócio que permitam que a implementação destas tecnologias sejam financeiramente e tecnicamente viáveis.

Desenvolvimento de pesquisa dos principais modelos de negócio para implementação de tecnologias verdes em cidades latino-americanas, conduzida por consultores especialistas em cada um dos grupos tecnológicos. Os resultados são apresentados nos capítulos deste guia.

---

### Relação entre tecnologias verdes e Agenda 2030

Analisar a contribuição dos grupos tecnológicos selecionados nos 17 ODS para que se impulse a implementação da Agenda 2030 nas cidades latino-americanas.

Desenvolvimento de metodologia de pesquisa GTT, na qual se estabelece uma correlação entre tecnologias verdes e os 17 ODS da ONU, através de análise qualitativa de metas e indicadores e classificação relativa ao impacto das tecnologias pesquisadas para o avanço da Agenda 2030.

Reconhecer e ampliar os impactos positivos diretos e indiretos das tecnologias nos 17 ODS, permitindo uma visão integrada e otimizada como estratégia de médio e longo prazo para as cidades.

Pesquisa nos principais documentos de referência para elaboração de indicadores de acompanhamento da Agenda 2030, tais como relatórios de indicadores das cidades, planos de desenvolvimento sustentável, normas internacionais e nacionais.

Proporcionar aos governos locais um painel de indicadores aplicados às cidades para mensuração e acompanhamento dos resultados da implementação de projetos/tecnologias verdes.

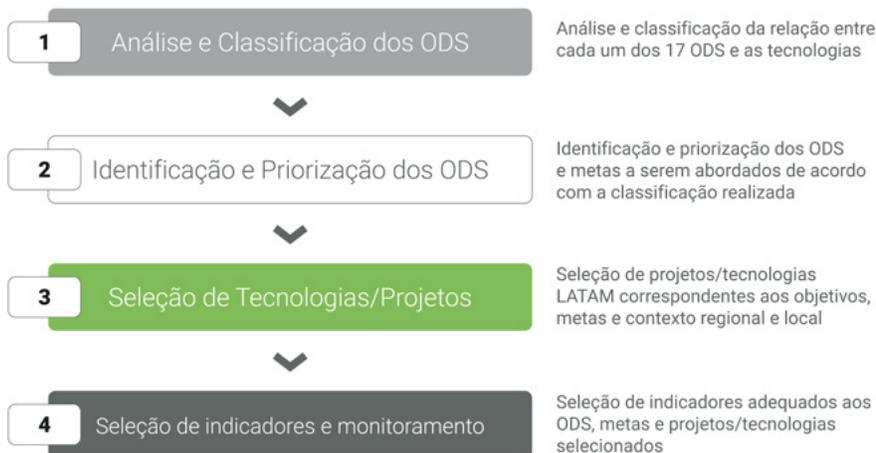
## 1.8 RELAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS VERDES E AGENDA 2030

De acordo com o princípio da abordagem integrada da Agenda 2030, para se alcançar os ODS é preciso que as ações tragam resultados combinados, influenciando mais de um ODS. A partir deste mesmo raciocínio, também é preciso reconhecer e fortalecer as relações entre os grupos tecnológicos e seus impactos em cada um dos ODS.

A etapa 4 da metodologia do GTT (Figura 4), que propõe o “de para” entre as tecnologias verdes e a Agenda 2030 é detalhada na Figura 5. A metodologia proposta a seguir tem o objetivo de promover maior transparência e fortalecer as relações entre as tecnologias verdes e os ODS, ampliando os resultados e impactos no âmbito das cidades, além de propor projetos e indicadores aplicáveis no contexto da América Latina.

**Figura 5 - Quadro explicativo da Metodologia Green Tech Talks (GTT) de relação entre tecnologias e a Agenda 2030.**

Metodologia GTT: Relação entre Tecnologias Verdes e Agenda 2030



Fonte: elaboração própria

## 1.9 ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO

Na etapa 1 da metodologia, é feita uma análise qualitativa para que se possa estabelecer uma classificação das relações entre os grupos tecnológicos estudados e cada uma das metas dos ODS. Esta classificação se divide em três possibilidades, indicadas a seguir, tomando como exemplo o grupo tecnológico de Energias Renováveis:

**Relações fortes:** quando são identificados impactos diretos entre o grupo tecnológico, ODS e metas. Exemplo:

Tecnologias de Energia Renovável, ODS 7 Energia Limpa e Acessível, Meta 7.2: até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global.

**Relação média:** quando são identificados potenciais impactos indiretos entre o grupo tecnológico, ODS e metas. Exemplo:

Tecnologias de Energia Renovável, ODS 9 Indústria, inovação e infraestrutura, Meta 9.1: até 2030, desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos.

**Relação fraca:** quando não são identificados impactos diretos ou indiretos entre o grupo tecnológico, ODS e metas. Exemplo:

Tecnologias de Energia Renovável, ODS 3 Saúde e Bem-estar, Meta 3.1: até 2030, reduzir a taxa de mortalidade materna global para menos de 70 mortes por 100.000 nascidos vivos.

Este exercício de classificação foi aplicado em todos os grupos tecnológicos selecionados neste estudo (Mobilidade Urbana e Tecnologias Digitais), resultando no Quadro 5.

Quadro 5 - Proposta de classificação da relação entre os ODS e suas metas e grupos tecnológicos (Energias renováveis, mobilidade urbana, digitalização e conectividade).

GRUPOS TECNOLÓGICOS			
	Energias renováveis	Mobilidade urbana	Digitalização e conectividade
	Fraca		
	Fraca		
	Média	Fraca	Média
	Fraca		
	Fraca		Média
	Média		
	Média	Fraca	Média
	Média		
	Fraca		

Classificação de impactos das tecnologias  Fraca  Média  Forte

Deve-se ressaltar que esta classificação proposta é um exercício que merece novas reflexões e está passível de ajustes, tendo em vista que algumas relações podem vir a ser fortalecidas no âmbito de iniciativas governamentais e empresariais, alterando seus impactos. Por exemplo, nota-se que em Energias Renováveis, há instituições desenvolvendo projetos ligados a gênero, tais como “Mulheres na Energia”, contribuindo para que o setor de energia apresente impactos indiretos no ODS 5 de Igualdade de Gênero.

Outro ponto a se frisar é que as Tecnologias Digitais, por terem uma atuação frequentemente transversal à implementação das demais tecnologias, foram classificadas neste estudo considerando-se a classificação dos demais grupos. Assim, por exemplo, considerou-se que o grupo de tecnologias digitais apresenta correlação forte com Mobilidade Urbana, pelo fato de ter uma atuação fundamental na viabilidade de seus projetos e modelos de negócio.

Por fim, a implementação das tecnologias verdes pode resultar em trade-offs que precisam ser identificados e mitigados através de políticas públicas. O descarte de baterias elétricas, o potencial efeito concentrador de oportunidades das tecnologias digitais e os impactos na fauna local para instalação de usinas eólicas são exemplos desses trade-offs que devem ter o devido direcionamento no processo de disseminação destas tecnologias.

## 1.10 IDENTIFICAÇÃO DAS RELAÇÕES FORTES

Na etapa 2 da metodologia, destacou-se em cada um dos grupos tecnológicos aqueles que apresentaram relação forte com os ODS e suas metas para a realização de uma análise mais detalhada, contemplando pesquisa de indicadores que podem ser implementados no âmbito local, bem como exemplos de boas práticas de modelos de negócios na América Latina que impulsionem o avanço das metas rumo ao horizonte de 2030.

## 1.11 SELEÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE PROJETOS

Na etapa 3 do quadro metodológico, seleciona-se alguns exemplos de modelos de negócio e iniciativas que fazem uso das tecnologias verdes apresentadas em cada um dos grupos tecnológicos e que são analisados em detalhes nos Capítulos 2, 3 e 4 deste Guia.

## 1.12 MAPEAMENTO DE INDICADORES LOCAIS

O mapeamento dos principais indicadores aplicáveis no nível local, e que apresentam como diretriz a Agenda 2030, é realizado na etapa 4.

Os indicadores cumprem um papel essencial para o sucesso da gestão e planejamento municipal e, em especial, para a implementação da Agenda 2030. Segundo o Guia de Indicadores para Gestão Pública, publicado pelo Programa Cidades Sustentáveis, os indicadores traduzem o contexto em que vivemos por meio de dados e informações qualitativas e quantitativas. Em termos práticos, os indicadores organizam e sistematizam um amplo conjunto de informações sobre um determinado território.

Através dos indicadores, é possível a identificação de fenômenos temporais e espaciais, a observação e análise de cenários, o monitoramento de ações do governo e a avaliação dos impactos de uma política pública. Por parte dos cidadãos, os indicadores podem constituir um instrumento de controle social e estímulo ao debate quando disponibilizados de forma transparente e acessível, fortalecendo o processo democrático (PCS, 2022).

O mapeamento de indicadores locais relacionados aos grupos tecnológicos estudados e aos respectivos ODS e metas contou com pesquisa em diversas fontes nacionais e internacionais, sendo as principais: i) Key Performance Indicator (KPIs) da ONU, ii) Indicadores de cidades inteligentes (NBR ISO 37122), iii) Programa Cidades Sustentáveis (PCS), iv) Prefeitura de São Paulo, v) Prefeitura do Rio de Janeiro e; vi) Prefeitura de Belo Horizonte. Uma apresentação mais detalhada de cada uma destas fontes é realizada a seguir:

### 1.13 KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPIs) DA ONU

Os KPIs são indicadores da ONU pertinentes à iniciativa United for Smart Sustainable Cities (U4SSC), coordenada pela ITU juntamente com vários organismos da ONU, com intuito de fornecer a orientação necessária para ajudar as cidades a se tornarem mais sustentáveis e inteligentes e alcançarem os ODS.

Os KPIs para Cidades Inteligentes e Sustentáveis consistem em 91 indicadores que contaram com a contribuição de especialistas internacionais e agências da ONU para capturar o desempenho de uma cidade em três dimensões: Economia, Meio Ambiente e Sociedade e Cultura. Cada uma dessas dimensões fornece uma visão separada do progresso e, quando relatadas em conjunto, fornecem uma visão holística de uma Cidade Sustentável Inteligente (ITU, 2022).

### 1.14 INDICADORES DE CIDADES INTELIGENTES (NBR ISO 37122)

Os indicadores de cidades inteligentes (NBR ISO 37122) foram considerados neste estudo por utilizarem os ODS como referência e por representarem uma adequação

da norma internacional ISO (International Organization for Standardization) 37.122 para o contexto brasileiro, através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A ISO 37.122 estabelece indicadores com definições e metodologias para medir e considerar aspectos e práticas que aumentam significativamente a velocidade com que as cidades melhoram seus resultados sociais, econômicos e ambientais na direção de cidades inteligentes.

### 1.15 PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (PCS)

O PCS é uma agenda de sustentabilidade urbana que incorpora as dimensões social, ambiental, econômica, política e cultural no planejamento do município. O Programa Cidades Sustentáveis e a rede Sustainable Development Solution Network (SDSN) lançaram, em março de 2021, o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR). A intenção é orientar a ação política local, definir referências e metas com base em indicadores de gestão e facilitar o monitoramento dos ODS em 770 cidades.

Há um índice para cada objetivo e outro para o conjunto dos 17 ODS. O IDSC-BR apresenta uma avaliação abrangente da distância para se atingir as metas da Agenda 2030, usando os dados mais atualizados disponíveis em fontes públicas e oficiais brasileiras. Ao todo, o índice é composto por 88 indicadores, referentes às várias áreas de atuação da administração pública (PCS, 2022).

### 1.16 PREFEITURA DE SÃO PAULO: AGENDA MUNICIPAL 2030

A Agenda Municipal 2030 em São Paulo foi realizada pela Comissão Municipal ODS que tomou posse oficialmente em julho de 2020. A Comissão Municipal é subdividida em Câmaras Temáticas, ou seja, grupos de trabalho para aprofundar as discussões de cada uma das 169 metas e seus respectivos indicadores da Agenda Municipal 2030. Cada Câmara Temática ficou responsável por propor a municipalização do conjunto de metas que lhe foi atribuído, assim como o quadro de indicadores para o seu monitoramento. A proposta de municipalização para o contexto de São Paulo resultou na seleção de 135 das 169 metas da Organização das Nações Unidas e é de responsabilidade compartilhada entre as Secretarias Municipais da Prefeitura de São Paulo e as Organizações da Sociedade Civil vinculadas (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2020).

## 1.17 PREFEITURA DE BELO HORIZONTE: SISTEMA LOCAL DE MONITORAMENTO DAS METAS ODS DE BH

O Sistema Local de Monitoramento das Metas ODS de Belo Horizonte consiste em um conjunto de indicadores selecionados a partir de critérios definidos pelos especialistas acadêmicos e técnicos das diversas áreas da Prefeitura de Belo Horizonte. A cidade publicou, em 2021, a Atualização da Base de Dados do Sistema Local de Monitoramento das Metas ODS de BH. O documento é produzido através de um arranjo institucional colaborativo entre o poder público municipal e as instituições acadêmicas, e é consolidado na iniciativa denominada de Observatório do Milênio (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2021).

A gestão municipal alinhou o monitoramento da Agenda ODS aos seus instrumentos de planejamento e de gestão orçamentária. Para ratificar tal compromisso, o Decreto Municipal 17.135, de julho de 2019, estabelece a Agenda 2030 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, proposta pelas Nações Unidas, como referência para o planejamento de médio e longo prazo das políticas públicas municipais e dos planos setoriais previstos na legislação.

## 1.18 PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO: PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E AÇÃO CLIMÁTICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

A estrutura de governança responsável não só pelo monitoramento das metas, como também pelos ajustes futuros no planejamento que se fazem necessários em planos de longo prazo foi implementada na prefeitura carioca através da execução do Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro (PDS), que é regido pelo Decreto Rio nº 46.078 de 11 de junho de 2019.

As metas constantes do PDS foram estabelecidas de acordo com os ODS Brasil e que, observadas as especificidades da cidade, serão monitoradas por intermédio dos indicadores municipais produzidos para este fim. No documento, ressalta-se o desafio imposto para o monitoramento de muitas das metas propostas pelo PDS. Algumas metas audaciosas requerem indicadores inovadores que exigem a criação de metodologia pela gestão municipal para possibilitar seu monitoramento. Além disso, há outras metas que exigem forte envolvimento de diferentes órgãos municipais para levantamento de dados e, ainda, aquelas com indicadores cuja fonte é um órgão externo ao município, dependendo, assim, que as medições continuem até 2030 (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2021).

A partir do mapeamento dos indicadores dispostos nas fontes citadas, foi feita uma análise de quais indicadores poderiam ser utilizados para monitoramento da imple-

mentação de projetos/tecnologias pertinentes a cada um dos grupos tecnológicos propostos. Os resultados são apresentados nos capítulos seguintes e podem ser úteis para que outros municípios se inspirem e utilizem indicadores semelhantes de acordo com as possibilidades e necessidades locais.

Nos Capítulos 2, 3 e 4 é realizada uma caracterização do ecossistema regional para o desenvolvimento de cada um dos grupos tecnológicos propostos e é feita uma análise das melhores práticas, parcerias e atores necessários para disseminação destes grupos nas cidades. O Capítulo 5 faz uma análise estratégica dos insumos coletados e pesquisas realizadas ao longo deste estudo e propõe um passo a passo de implementação de tecnologias verdes nas cidades latino-americanas como impulsionadora da Agenda 2030.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades inteligentes, 2020. BRISO37122 DE 07/2020. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/> Acesso em 24/08/2022.
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Una década de acción para un cambio de época (LC/FDS.5/3), Santiago, 2022a Disponível em: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47745/4/S2100985\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47745/4/S2100985_es.pdf) Acesso em 24/08/2022.
- CEPAL. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. Panorama Social da América Latina, 2021. Resumo executivo (LC/PUB.2021/18), Santiago, 2022b. Disponível em: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47808/1/S2100656\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47808/1/S2100656_pt.pdf) Acesso em 24/08/2022.
- CEPAL. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. Construir un nuevo futuro: Una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad. Santiago, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2Ymvdpw> Acesso em 24/08/2022.
- KAS. Fundação Konrad Adenauer. Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável na América Latina e Caribe / org. Natália Gonçalves de Moraes; Natália Gonçalves de Moraes. [et al.]. – Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2021.
- ITU. International Telecommunication Union. United for Smart Sustainable Cities (U4SSC), 2022. Disponível em: About – United for Smart Sustainable Cities (U4SSC) (itu.int) Acesso em 24/08/2022.
- ONUHABITAT. Sustainable Development Goals Cities. 2022. Disponível em: [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org) Acesso em 25/08/2022.
- ONU BRASIL. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ONU BRASIL. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org> Acesso em 25/08/2022.
- PCS. Programa Cidades Sustentáveis. Indicadores Cidades Sustentáveis, 2022. Disponível em: [www.cidadessustentaveis.org.br](http://www.cidadessustentaveis.org.br) Acesso em 25/08/2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Atualização da Base de Dados do Sistema Local de Monitoramento das Metas ODS de BH – 2021. Observatório do Milênio. Disponível em: [www.pbh.gov.br](http://www.pbh.gov.br) Acesso em 25/08/2022.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. COMISSÃO MUNICIPAL ODS. Prefeitura de São Paulo Dezembro – 2020. Disponível em [www.prefeitura.sp.gov.br](http://www.prefeitura.sp.gov.br). Acesso em 24/08/2022.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro. 2021. [resumoexecutivo\\_09062021.pdf](#) ([rio.rj.gov.br](http://rio.rj.gov.br)).

UNEP. United Nation Organization Environment Programme. Sexto Relatório de Avaliação do IPCC: Mudança Climática 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/sexto-relatorio-de-avaliacao-do-ipcc-mudanca-climatica-2022> Acesso em 25/08/2022.



# CAPITULO 02

---



## **Tatiana Bermúdez Rodríguez**

Doutora em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências (IG)/UNICAMP

Pós-doutoranda do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT)

Pesquisadora do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (LEVE)/IG/DPCT/UNICAMP

# A SOFISTICAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA DE BAIXA EMISSÃO COMO PROPULSORA DE MELHOR QUALIDADE DE VIDA E EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE NAS CIDADES DA AMÉRICA LATINA

## 2.1 INTRODUÇÃO

O mundo está cada dia mais urbanizado. Segundo dados do Banco Mundial (2020), aproximadamente 55% da população mundial, o que corresponde a 4.2 bilhões de habitantes, mora nas cidades. A perspectiva é que, para o ano 2050, a população urbana se duplicará, e aproximadamente 7 de cada 10 pessoas morará nos centros urbanos. No caso da América Latina e Caribe, 81% da população mora nas cidades, razão pela qual é considerada uma das regiões mais urbanizadas do mundo.

O crescimento das cidades, que em muitos casos é feito de forma desorganizada, gera impactos negativos no consumo de energia, qualidade do ar, saúde pública, perda do espaço público, aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e problemas de tráfego e mobilidade urbana.

Neste contexto, é urgente que as cidades façam mudanças nos sistemas dominantes de transporte e mobilidade urbana, os quais estão associados ao uso intensivo de combustíveis fósseis no transporte terrestre, e promovam uma transição para sistemas de mobilidade urbana de baixa emissão (BERMÚDEZ, 2018). Algumas das possíveis iniciativas ou inovações de nicho<sup>1</sup> que podem contribuir como este processo de transição se apresentam no Quadro 6.

Quadro 6 - Iniciativas ou inovações de nicho que contribuem para uma mobilidade urbana de baixa emissão.

INICIATIVAS OU INOVAÇÕES DE NICHU	CONTRIBUIÇÃO PARA A MOBILIDADE URBANA DE BAIXA EMISSÃO
<b>Viagens intermodais</b>	Seu objetivo é integrar diferentes modais de transporte na mesma viagem. Exemplos: Cartões inteligentes para usar diferentes modais de transporte, estacionamentos de bicicletas próximos aos sistemas de transporte público, entre outros.
<b>Inovação cultural e socioespacial</b>	São iniciativas focadas em reduzir o tempo e a distância das viagens, e desestimular o uso de veículos individuais. Exemplos: Zonas de Baixa-Emissão, Sistemas de veículos e bicicletas compartilhadas (car-sharing; bike-sharing), entre outros.

<sup>1</sup> As inovações de nicho são definidas por Geels (2002) como espaços de aprendizagem protegidos ou isolados e onde se geram inovações radicais, as quais são apoiadas por usuários com demandas especiais.

---

**Gestão da demanda**

São iniciativas orientadas a diminuir o uso de veículos individuais através de mudanças na demanda e novas práticas de mobilidade. Exemplo: Estímulo à mobilidade ativa, como caminhar e uso de bicicletas, entre outros.

---

**Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)**

O uso das TICs está associado a duas iniciativas: Sistemas de Transporte Inteligente (Intelligent Transportation System ITS) que integram dispositivos inteligentes na rede de transporte para conhecer em tempo real a gestão do tráfego; e práticas como o teletrabalho e o comércio eletrônico, as quais substituem a necessidade de fazer viagens na cidade.

---

**Tecnologias de Propulsão Elétrica de Baixa-Emissão**

Estas tecnologias estão associadas ao uso de Veículos Elétricos (VE) nos diferentes modais de transporte como veículos individuais, ônibus urbanos, caminhões, bicicletas, patinetes, entre outros. Os VE apresentam vantagens em comparação com os veículos com Motor a Combustão Interna (MCI), principalmente em relação à eficiência energética, diminuem a dependência dos combustíveis fósseis, e contribuem com a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e poluentes locais.

---

**Inovações no Transporte Público**

São inovações associadas à priorização do transporte público sobre o transporte individual através da implementação de faixas exclusivas como os BRT (Bus Rapid Transit). Além disso, também contemplam o uso de ônibus de baixa-emissão nos sistemas de transporte público das cidades.

---

**Fonte: Adaptado a partir de Banister (2008); Nykvist; Whitmarsh (2008); Geels (2012); Dijk; Orsato; Kemp (2013); Bermúdez (2018)**

A implementação conjunta destas iniciativas ou inovações de nicho podem contribuir para a transição para uma mobilidade de baixa emissão, que também é denominado por Banister (2008) como um paradigma de mobilidade sustentável, o qual analisa a complexidade das cidades e sua relação com o uso do transporte e o espaço urbano. Neste novo paradigma, é necessário fomentar a mobilidade ativa (bicicletas, caminhar), priorizar o transporte público sobre o transporte individual, integrar os diferentes modais de transporte, aprimorar os processos de logística e entregas urbanas, entre outros.

Neste contexto, a mobilidade elétrica é uma das alternativas que pode contribuir com a transição para uma mobilidade de baixa-emissão nas cidades, através da implementação de veículos elétricos em diferentes modais de transporte: individual, transporte público coletivo, transporte de carga, bicicletas, frotas públicas, entre outros.

É importante salientar que a mobilidade elétrica não fica atrelada unicamente à implementação de veículos elétricos em suas diferentes configurações e modais. Pelo contrário, está associada a um conjunto de elementos políticos, econômicos, financeiros, industriais, de mercado, tecnológicos, sociais, culturais, de infraestrutura, novos hábitos de consumo e práticas dos usuários (GEELS, 2012).

Além disso, a eletromobilidade mantém a interface com outros setores econômicos, como o setor elétrico, de distribuição de energia, mineração, e com diferentes áreas do conhecimento como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), química, eletrônica, entre outras. Isso, necessariamente, implica a participação de novos atores, com diferentes graus de poder e governança, sendo os usuários parte fundamental do processo de transição, dada sua demanda por modais de transporte menos poluentes (CONSONI; BERMÚDEZ -RODRÍGUEZ, 2021)

A interação e o estabelecimento de novas associações entre esses atores favorecem o surgimento, a expansão e a consolidação de novas redes e de novos modelos de negócio, os quais emergem com vistas a superar diversos desafios tecnológicos vinculados à eletromobilidade e à necessidade de melhorar a configuração da mobilidade urbana e promover a transição para uma mobilidade de baixa emissão (CONSONI; BERMÚDEZ -RODRÍGUEZ, 2021)

No marco do Projeto Green Tech Talks 2022, este capítulo tem como objetivo principal analisar seis iniciativas de mobilidade urbana de baixa emissão, com foco na mobilidade elétrica, implementadas pelas cidades da América Latina e que são consideradas como boas práticas para cumprir com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015; SACHS et al., 2019).

Para entender as boas práticas que estão sendo lideradas pelas cidades da América Latina, foram selecionados seis casos de estudo de mobilidade elétrica que abrangem os seguintes modais de transporte: transporte público coletivo, frota pública, última milha e micromobilidade, os quais em conjunto podem contribuir com a transição para uma mobilidade de baixa emissão nas cidades latino-americanas (Vide Figura 6). As iniciativas selecionadas serão descritas detalhadamente nas próximas seções.



**Transporte público:** Implementação de ônibus elétricos a bateria no sistema Transmilenio em Bogotá, Colômbia.



**Transporte público:** Implementação de ônibus elétricos a bateria no sistema de transporte público de Santiago de Chile.



**Micromobilidade:** Sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas em Bogotá, Colômbia.



**Micromobilidade:** Sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas Poços de Caldas, Brasil.



**Frota Pública:** Implementação da frota de Veículos Elétricos na Guarda Civil Municipal do Município de São José dos Campos, Brasil.



**Última milha:** Oferta e demanda de caminhões elétricos no Brasil como uma estratégia de fomento à indústria nacional e para o cumprimento da Agenda ESG\*.

Figura 6 - Casos de estudo em mobilidade elétrica selecionados nas cidades da América Latina

Fonte: elaboração própria

\*ESG: Environmental, Social, and Governance

Para a elaboração desses estudos de caso, foram consultadas fontes secundárias, principalmente políticas públicas de mobilidade elétrica e mobilidade ativa dos países e cidades objeto de estudo, relatórios de instituições e centros de pesquisa de transporte limpo, notícias e sites web das Prefeituras e das instituições envolvidas nos diferentes projetos, entre outros. Além disso, foram empreendidas entrevistas com os atores líderes destas iniciativas, os quais apresentaram uma visão das principais lições aprendidas e das diferentes contribuições para o cumprimento dos ODS. Os atores entrevistados se apresentam no Quadro 7.

Quadro 7 - Atores entrevistados para os casos de estudo de mobilidade elétrica nas cidades da América Latina.

NOME DO ENTREVISTADO	INSTITUIÇÃO/CARGO
Víctor Córdoba	Gerente Geral Green Móvil, Empresa Operadora de Transporte Público do Sistema Transmilenio, Bogotá, Colômbia.
Sebastián Galarza	Líder da Área de Transporte e Energia do Centro Mario Molina Chile.

<b>Bruno Henrique dos Santos</b>	Secretário de Proteção ao Cidadão, Município de São José dos Campos, Brasil.
<b>María Lorena Villate</b>	Gerente de Relações Governamentais TemBici, Colômbia.
<b>Dr. Heilordt Henao</b>	Professor do Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Poços de Caldas, Coordenador do Projeto Poços + Inteligente.
<b>Argel Franceschini</b>	Gerente de Mobilidade Elétrica e Engenharia Autônoma, Volkswagen Caminhões e Ônibus, Brasil.

Fonte: elaboração própria

Cada caso de estudo tem uma estrutura semelhante, que se inicia com o contexto da cidade latino-americana onde foi implementada a iniciativa de mobilidade elétrica e as principais motivações; descrição da iniciativa, desafios e principais atores envolvidos; políticas públicas e instrumentos de apoio à iniciativa de mobilidade elétrica; e finalmente as barreiras e boas práticas e aprendizados de cada caso de estudo.

O capítulo finaliza com uma tabela que relaciona os ODS com maior relação às iniciativas apresentadas, as metas específicas e um conjunto de indicadores e projetos que podem ser adaptados pelas cidades que tenham como alvo a implementação de projetos com tecnologias verdes, nesse caso com tecnologias que possam contribuir com a transição para uma mobilidade de baixa emissão.

## 2.2 TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO: IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICOS A BATERIA NO SISTEMA TRANSMILENIO DE BOGOTÁ, COLÔMBIA

### 2.2.1 Contexto da cidade e das motivações para implementar a iniciativa de mobilidade elétrica

Bogotá é a capital da Colômbia e é a cidade mais importante do país em termos de população e atividade econômica. Tem uma população de 7,2 milhões de habitantes e seu PIB representa 25,5% do total do PIB do país (DANE, 2021). Além disso, concentra o maior número de veículos do país, com 2.626.905 dos quais 514.938 são motocicletas (RUNT, 2021). O crescimento da frota circulante na cidade gera graves problemas de tráfego urbano e de poluição atmosférica. Segundo o Ranking da Empresa INRIX (2022), os motoristas da cidade de Bogotá perderam 94 horas no tráfego durante o

ano de 2021, ocupando a oitava posição no ranking mundial e a primeira posição na América Latina (INRIX, 2022). Em relação às emissões de poluentes locais, segundo dados do World Air Quality Report 2021 da IQ Air, os níveis de Material Particulado (MP<sub>2,5</sub>) durante 2021 ficaram entre dois e três vezes acima dos limites estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde no ano 2021<sup>2</sup> (IQAIR, 2021).

Neste contexto, a cidade de Bogotá tem uma grande motivação para melhorar os níveis de qualidade de ar e de seu principal sistema de transporte público coletivo por ônibus que se denomina Transmilenio. O Sistema Transmilenio é um dos BRT mais importantes do mundo tanto em cobertura como no tamanho da frota de ônibus urbanos. Transmilenio tem uma cobertura de 114,4 quilômetros no seu sistema BRT (troncal), 2.060,04 quilômetros de cobertura no seu sistema zonal e 443,71 no seu sistema complementar (alimentação). Em relação à frota de ônibus, até abril de 2022, o Transmilenio tinha uma frota de 2.364 ônibus no seu sistema BRT; 3.036 ônibus no sistema zonal e 941 ônibus no seu sistema complementar (TRANSMILENIO, 2022).

## 2.2.2 Descrição da iniciativa de mobilidade elétrica

Com o objetivo de melhorar a qualidade do serviço de transporte público da cidade, desde o ano 2013 se iniciou a incorporação de ônibus urbanos de baixa emissão no sistema Transmilenio, com uma frota de ônibus híbridos da empresa brasileira Volvo. Posteriormente, a cidade implementou diferentes projetos demonstrativos para testar ônibus elétricos a bateria, entender seu desempenho e as necessidades de adaptação dos diferentes ônibus às características da cidade. Além disso, no sistema principal, já opera uma frota de ônibus a gás natural (Scania), e ônibus Euro V com filtros de partículas (Volvo).

O processo de implementação de ônibus elétricos a bateria tem sido através de licitações públicas no sistema zonal de Transmilenio. Em 2019, foram realizados 4 processos de licitação que deu como resultado a contratação de 379 ônibus elétricos a bateria e 794 ônibus Euro VI. Nesse mesmo ano, dois processos de negociação com os operadores permitiram a contratação de mais 104 ônibus elétricos a bateria. Em 2020, ocorreu outra licitação de 406 ônibus elétricos a bateria e em 2021 se deu a licitação de mais 596 ônibus elétricos. O resultado desses processos licitatórios foi a contratação de 1.485 ônibus elétricos a bateria até final de 2022, dos quais 1.290 já circulam na cidade (agosto de 2022). Esta é uma das frotas mais representativas da região e, junto

<sup>2</sup> No ano 2021, a OMS atualizou as Guias de Qualidade do Ar para os principais poluentes locais. No caso específico do MP<sub>2,5</sub> que é considerado um dos poluentes mais perigosos para a saúde, a meta anual passou de 10 µg/m<sup>3</sup> a 5 µg/m<sup>3</sup>. Durante o ano 2021, na cidade de Bogotá o nível anual de MP<sub>2,5</sub> foi de 13,7 µg/m<sup>3</sup> (IQAIR, 2021).

com Santiago de Chile, são as cidades fora da China com maior número de ônibus elétricos a bateria em seus sistemas de transporte público.

Os ônibus elétricos a bateria que circulam na cidade de Bogotá são fabricados principalmente pela empresa chinesa BYD. O tamanho é do tipo Padron (12-15 metros), com uma autonomia de 260 km. A duração do contrato para este tipo de tecnologia é de 15 anos. Em relação às baterias dos ônibus, estima-se uma troca da bateria original após 8 anos de uso. Inicialmente, a responsabilidade da disposição final destas baterias é do fabricante dos ônibus. Contudo, ainda há muitas incertezas sobre o destino final dessas baterias e as possibilidades de reciclagem e/ou segunda vida útil.

Outro grande desafio para implementar ônibus elétricos a bateria nas cidades é seu alto custo de aquisição, que é aproximadamente 3 vezes mais alto em comparação a um ônibus a diesel. Além disso, as empresas operadoras de frota têm dificuldades para achar fundos de investimentos (nacionais e internacionais) para financiar a compra dos ônibus elétricos. No caso de Bogotá, para superar essa barreira inicial foi criado um novo modelo de negócios cujo objetivo principal é dividir o CAPEX (capital expenditure), que corresponde ao custo de aquisição dos ônibus elétricos, do OPEX (operational expenditure), que corresponde aos custos de operar os ônibus elétricos.

Esse novo modelo de negócio foi estabelecido nos contratos da licitação, os quais foram divididos em duas partes: um contrato de concessão de provisão de frota e um contrato de concessão para a operação da frota. Embora os contratos e as responsabilidades fossem separados, as empresas interessadas em participar deviam criar um consórcio para participar do processo de licitação. Também era possível que uma empresa operadora de frota fosse responsável tanto pela operação como pela aquisição dos ônibus, sempre que demonstrasse a capacidade financeira para a compra dos ônibus elétricos.

Em relação à infraestrutura de recarga, este foi outro grande desafio, já que era necessário criar desde zero uma rede de infraestrutura de recarga para os ônibus. Além disso, houve dificuldades para achar terrenos disponíveis na cidade e com as características necessárias para a construção das garagens. Atualmente, o Sistema Transmilenio tem oito garagens dedicadas exclusivamente para a infraestrutura de recarga dos ônibus elétricos (Figura 7).



**Figura 7 - Garagem para os ônibus elétricos a bateria da Empresa Green Móvil, Bogotá**

Fonte: Empresa Green Móvil, Bogotá (2022)

Outro ponto de destaque nessas licitações foi a criação de parcerias com empresas de carrocerias nacionais para fazer a montagem dos ônibus elétricos. Assim, dos 1.485 ônibus elétricos contratados da empresa BYD, 1.002 terão carrocerias das empresas Marcopolo e Busscar, de origem brasileira, mas sediadas na Colômbia. Essas parcerias entre empresas de chassis estrangeiras e de carrocerias sediadas na Colômbia têm como objetivo reativar a economia e a indústria nacional de carrocerias e a geração de postos de trabalho especializados em mobilidade elétrica.

A incorporação dessa tecnologia na cidade tem demandado novos perfis de formação para atender à operação e manutenção dessa tecnologia, assim como capacitações na condução eficiente para os motoristas desses ônibus elétricos. Nesse contexto, o SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia) tem uma oferta de programas de formação a nível técnico e tecnológico em condução ecoeficiente, manutenção de sistemas de propulsão elétrica e híbrida automotriz e manutenção de motocicletas elétricas, entre outros.

Além disso, a empresa Green Móvil, que é uma das operadoras de ônibus elétricos a baterias em Bogotá, capacitou seus colaboradores em aspectos técnicos relacionados com a mobilidade elétrica, especificamente para a manutenção dos ônibus e em

técnicas de condução eficiente, o que permitiu incorporar mulheres como motoristas desses ônibus.

De fato, a incorporação de mulheres motoristas de ônibus elétricos no sistema de transporte público de Bogotá está alinhada ao Programa “Mais mulheres no setor transporte”, liderado pela Secretaria de Mobilidade, Secretaria Distrital da Mulher e Transmilenio e faz parte da Estratégia Integral para a capacitação e formação de mulheres em ofícios não convencionais no transporte urbano de Bogotá. O objetivo desse programa é a formação de 300 mulheres na condução ecológica e eficiente dos ônibus elétricos, o que contribuirá com a diminuição das diferenças de gênero e com o reconhecimento social, econômico e simbólico do trabalho que realizam as mulheres. Isso demonstra o interesse da Prefeitura de Bogotá de gerar uma mudança estrutural nas dinâmicas laborais de homens e mulheres (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2022a).

### 2.2.3 Principais atores

A divisão das responsabilidades de aquisição e operação da frota permitiu a participação de novos atores, principalmente empresas distribuidoras de energia elétrica e fundos de investimentos, que tinham a capacidade financeira para comprar este tipo de tecnologia e de construir a infraestrutura de recarga necessária. No Quadro 8 se descrevem os atores que têm participado desse processo de implementação e suas principais responsabilidades.

**Quadro 8 - Atores e responsabilidades da implementação de ônibus elétricos a bateria na cidade de Bogotá, Colômbia**

NOME DO ATOR	RESPONSABILIDADE
Governo Nacional	Suporte à implementação de frotas elétricas nos sistemas de transporte público das cidades colombianas, a partir do estabelecimento de metas e benefícios tributários.
Prefeitura de Bogotá	Define as políticas de mobilidade urbana e financia parte do serviço de transporte público da cidade.

<b>Transmilenio S.A.</b>	Empresa que faz a gestão, organização e planejamento do serviço de transporte público coletivo da cidade de Bogotá. Tem a responsabilidade de definir os contratos e licitações para a prestação do serviço de transporte público da cidade.
<b>Empresas de Energia Elétrica</b>	Empresas distribuidoras de energia elétrica como Codensa-ENEL X, Terpel e Celsia têm a responsabilidade da construção de infraestrutura de recarga, financiamento de ônibus elétricos e fornecimento de energia para a recarga de ônibus elétricos.
<b>Empresas de ônibus elétricos a bateria</b>	A empresa chinesa BYD tem a responsabilidade de fornecer a frota dos 1.485 ônibus elétricos a bateria que já estão contratados para a operação da cidade.
<b>Empresas de carrocerias ôníbus elétricos a bateria</b>	As empresas Marcopolo e Busscar têm a responsabilidade de fazer a carroceria nacional para os chassis elétricos importados da empresa BYD.
<b>Fundos de investimento</b>	Fundos de investimento internacional como a Transdev e VG Mobility participam como financiadores da compra de ônibus elétricos a bateria e da construção da infraestrutura de recarga.
<b>Operadores de frota</b>	Diferentes empresas de operação de frota como Green Móvil, E-Somos Fontibón, entre outras, ficam responsáveis pela operação dos ônibus elétricos no sistema zonal da cidade.
<b>Empresas fornecedoras de infraestrutura de recarga e conectividade</b>	Diferentes empresas de fornecimento de infraestrutura de recarga e de conectividade têm participado nesta iniciativa, com destaque para Siemens (carregadores), WEG (infraestrutura de recarga), Ci2 (conectividade), Freeway (software) e a empresa Pavimentos Colombia (construção das garagens para ônibus elétricos), entre outras.
<b>Centros de Formação</b>	O SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) tem a responsabilidade de criar programas de formação em mobilidade elétrica.

Fonte: elaboração própria a partir das entrevistas realizadas

## 2.2.4 Políticas públicas e instrumentos de apoio à iniciativa de mobilidade elétrica

Este processo de implementação de ônibus elétricos a bateria na cidade de Bogotá tem sido apoiado por políticas nacionais e locais de estímulo à mobilidade elétrica. Em

2019, foi publicada a Lei 1.064 para a promoção do uso de veículos elétricos na Colômbia e a Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (CONGRESO DE COLOMBIA, 2019; MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE; MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA; MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2019).

Esses documentos de política pública estabeleceram a meta de que, para o ano 2035, todos os ônibus que operem nos Sistemas BRT das principais cidades do país têm de ser elétricos ou de zero-emissões. Além disso, definiram-se reduções tributárias e de impostos de importação para favorecer a compra e aquisição dessas tecnologias.

No caso específico da cidade de Bogotá, no ano 2020 foi declarada a Emergência Climática na cidade de Bogotá, a qual tem como objetivo adotar medidas urgentes para substituir o uso de combustíveis fósseis nos sistemas de transporte público da cidade, com o objetivo de diminuir em 50% as emissões de GEE até 2030, o que é um impulso à mobilidade elétrica no sistema Transmilenio. Como parte desta Emergência Ambiental, a partir do dia 1 de janeiro de 2022, a Prefeitura de Bogotá só poderá licitar ônibus elétricos a bateria, a menos que a aquisição desses ônibus seja superior ao orçamento disponível ou quando a licitação for declarada nula. Nesse caso, só se poderá adquirir ônibus com outras tecnologias não inferiores a Euro VI.

### 2.2.5 Boas práticas e aprendizados

Uma vez estudado o caso da implementação de ônibus elétricos a bateria na cidade de Bogotá, identificou-se um conjunto de boas práticas e aprendizados que podem ajudar outras cidades da América Latina a incorporar este tipo de tecnologia nos seus sistemas de transporte público. Um ponto de destaque é a criação de modelos de negócio inovadores que permitiram a participação de novos atores que, tradicionalmente, não tinham interesse no transporte público, mas que agora enxergam a mobilidade elétrica como uma nova linha de negócio com grande potencial futuro. Esse modelo de negócio foi definido previamente nos contratos das diferentes licitações.

Também merece destaque a articulação de diferentes atores para o sucesso dessa iniciativa, como empresas de energia elétrica, fundos de investimento, operadores de frota, empresas estrangeiras de ônibus elétricos, empresas nacionais de carrocerias, entre outros. As parcerias entre empresas estrangeiras e nacionais têm como objetivo criar capacidades nacionais para a produção desse tipo de veículo e fortalecer a indústria nacional, o que permitirá a criação de empregos qualificados nessas tecnologias.

Evidencia-se a importância da articulação entre as políticas nacionais e locais para o estímulo à mobilidade elétrica e sua contribuição para diminuir as emissões

de GEE e cumprir com os compromissos climáticos do país e da cidade. O fato de se ter metas nacionais de longo prazo para a incorporação de ônibus elétricos nos sistemas de transporte público das cidades da Colômbia, demonstra que é necessário um direcionamento nacional para a inserção dessas tecnologias de baixa emissão. Essa orientação e o estabelecimento de um conjunto de instrumentos de políticas públicas para o estímulo à mobilidade elétrica fazem a diferença para o desenho de estratégias locais. O caso da frota de ônibus elétricos a bateria de Bogotá também tem estimulado outras cidades do país, como Medellín e Cali, a incorporar essas tecnologias nos seus sistemas de transporte público.

Espera-se que, uma vez incorporados os 1.485 ônibus elétricos que já estão contratados, haverá uma redução de 94.300 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano. Isso equivale a tirar de circulação 42 mil veículos individuais com MCI em Bogotá (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2022b). Além disso, contempla-se a redução de poluentes locais, principalmente Material Particulado, o que terá um impacto positivo na qualidade do ar e na saúde pública. Segundo a Prefeitura de Bogotá, a incorporação da frota de ônibus elétricos no sistema Transmilenio permitirá uma economia de 37 bilhões de pesos colombianos (aproximadamente US\$ 8 milhões), que correspondem aos custos evitados associados à morbidade e mortalidade (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2022c).

Finalmente, salienta-se a criação de programas de formação específica para atender às demandas dessa tecnologia, principalmente no que tange à manutenção e à condução eficiente. Esses programas de formação têm sido liderados pelo SENA, que é a principal instituição pública em formação técnica e tecnológica da Colômbia, e também pelas próprias empresas.

Além disso, devido ao fato que a condução desse tipo de ônibus é menos complexa em comparação aos ônibus a diesel, a Prefeitura de Bogotá e algumas empresas operadoras de transporte têm capacitado mulheres para serem motoristas desses ônibus, o que tradicionalmente era considerado uma ocupação exclusiva para homens. Isso cria novas oportunidades de emprego para as mulheres e uma articulação com o ODS 5 - Igualdade de gênero: alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas. Esse tipo de iniciativa contribui com a diminuição das diferenças de gênero relacionadas com o acesso ao emprego na cidade, sendo um exemplo de boas práticas em relação à garantia do direito ao trabalho das mulheres em condições de igualdade e dignidade.

## 2.3 TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO: IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICOS A BATERIA NO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTIAGO DE CHILE

### 2.3.1 Contexto da cidade e das motivações para implementar a iniciativa de mobilidade elétrica

Santiago de Chile é a capital do Chile e a cidade mais importante do país em termos econômicos e de população. O PIB de Santiago representa 47% do PIB do país. Além disso, a Região Metropolitana de Santiago é a maior do país com uma população de, aproximadamente, 7 milhões de habitantes, mais de 40% da população do Chile (INE, 2018).

Santiago de Chile tem experimentado graves problemas de qualidade do ar, principalmente pelo rápido processo de urbanização e pelo uso intensivo de combustíveis fósseis nos sistemas de transporte terrestre. Além disso, a localização geográfica da cidade, entre montanhas, faz com que o material particulado fique suspenso no ar. De fato, Santiago de Chile é a segunda capital mais poluída da América Latina (depois de Lima, Peru) e suas concentrações anuais de MP(2,5) estão entre 5 a 7 vezes acima dos limites estabelecidos pela OMS no ano de 2021<sup>3</sup> (IQAIR, 2021).

Nesse contexto, a principal motivação para o impulso da eletromobilidade em Santiago de Chile é a melhoria da qualidade do ar ocasionada principalmente pelo uso intensivo de veículos com MCI que utilizam combustíveis fósseis. Santiago monitora permanentemente os níveis de poluição do ar e regula as emissões originadas pelo setor de transportes, com foco no seu sistema de transporte público coletivo por ônibus.

O sistema de Transporte Público de Santiago de Chile se denomina Red Metropolitana de Movilidad (RED), o qual integra o sistema de transporte público da cidade por ônibus, com o Metrô de Santiago e o MetroTren Nos. O sistema de ônibus urbanos é operado por 6 empresas concessionárias, atende 6,2 milhões de usuários e tem uma cobertura de 680 km<sup>2</sup> nas zonas urbanas da cidade (RED METROPOLITANA DE MOVILIDAD, 2022).

### 2.3.2 Descrição da iniciativa de mobilidade elétrica

Dado o contexto da qualidade do ar na cidade, Santiago de Chile foi a primeira cidade da América Latina a implementar o Padrão de Emissão Euro VI no seu sistema

<sup>3</sup> No ano de 2021, a OMS atualizou as Guias de Qualidade do Ar, para os principais poluentes locais. No caso específico do MP<sub>2,5</sub> que é considerado um dos poluentes mais perigosos para a saúde, a meta anual passou de 10 µg/m<sup>3</sup> a 5 µg/m<sup>3</sup>. Durante o ano de 2021, na cidade de Santiago de Chile o nível anual de MP<sub>2,5</sub> foi de 25,8 µg/m<sup>3</sup> e está acima dos níveis de MP<sub>2,5</sub> do Chile (21,7 µg/m<sup>3</sup>) (IQAIR, 2021).

de transporte público. Desde o ano 2013, a cidade começou com a implementação de projetos demonstrativos para testar as tecnologias de ônibus elétricos a bateria com o objetivo de desenvolver diferentes estratégias para implementar estes ônibus elétricos em grande escala. Cabe lembrar que o Chile não tem indústria automobilística nacional, razão pela qual todos os ônibus urbanos que circulam no país são importados, principalmente, da China.

A primeira fase de incorporação de ônibus elétricos a bateria aconteceu no ano 2018, através de um processo de renovação de frota, que não tinha uma licitação específica. Nessa fase, foram criadas parcerias público-privadas entre diferentes atores para incorporar os primeiros 200 ônibus elétricos a bateria numa cidade fora da China (Figura 8).



Figura 8 - Ônibus Elétricos a Bateria em Santiago de Chile

Fonte: ENEL X (2022)

Para financiar a compra dos ônibus elétricos, que como já foi explicado tem um custo de aquisição mais alto em comparação a um ônibus a diesel, esses atores criaram um novo modelo de negócio (semelhante às licitações implementadas em Bogotá), o qual separa a propriedade dos ônibus da operação dos mesmos. Isso permite que outros atores participem do financiamento dos ônibus e da construção da infraestrutura de recarga, e os operadores concentrem suas responsabilidades na operação da frota. Esse novo modelo de negócio tem permitido a incorporação de, aproximadamente,

800 ônibus elétricos a bateria na cidade de Santiago de Chile (até abril de 2022), sendo uma referência internacional em mobilidade elétrica.

Dado o sucesso desse modelo de negócio, o processo de renovação de frota por meio de licitações formalizou esse novo modelo de gestão nos contratos. Assim, a licitação foi dividida em duas partes: a licitação para o fornecimento da frota, onde o Governo Nacional compra os ônibus, e o contrato para a operação dos ônibus.

Esse processo licitatório aconteceu no ano 2021 e já foram adjudicados os dois contratos. Em relação ao contrato de provisão de frota, foram aprovadas propostas de fabricantes de ônibus elétricos a bateria e de ônibus a diesel com tecnologia Euro VI. Por sua vez, na licitação de operação de frota foram aprovadas 6 unidades de serviço (29% do sistema) para três consórcios. Esse processo permitirá a renovação de 1.640 ônibus urbanos, dos quais 991 serão ônibus elétricos a bateria e 649 ônibus Euro VI. Assim, até o final de 2022, a cidade de Santiago terá, aproximadamente, 1.800 ônibus elétricos a bateria operando na cidade (o que corresponde a 25% da frota total), sendo junto com Bogotá a cidade com mais ônibus elétricos a bateria fora da China. De forma semelhante ao caso de Bogotá, ainda existem muitas incertezas em relação à disposição final das baterias de lítio dos ônibus elétricos.

Uma barreira relacionada a esse processo de incorporação de frota elétrica é a resistência dos operadores de frota tradicionais para se adaptar aos novos contratos da licitação. Por essa razão, o processo da nova licitação foi demorado e complexo. Para superar esse desafio, embora as licitações permitissem a incorporação de ônibus a diesel, foram criados incentivos adicionais para os ônibus elétricos a bateria nos contratos de concessão. Assim, o contrato para os operadores de frota que selecionem a tecnologia de ônibus Euro VI é de 5 anos, e pode ser renovado por mais 5 anos. No caso dos ônibus elétricos a bateria, o contrato de operação é por 7 anos e pode ser renovado por mais 7 anos.

Em relação à infraestrutura de recarga para os ônibus elétricos, a cidade teve um desafio em relação às garagens dentro da cidade, já que estes eram de propriedade dos operadores de frota tradicionais, o que gerava uma barreira de entrada para novos atores. Para superar esse desafio, o governo nacional comprou as garagens para permitir a participação de novos atores interessados em participar dos processos de licitação dessas tecnologias.

## 2.4 PRINCIPAIS ATORES

O processo de renovação de frota e as licitações do transporte público de Santiago têm permitido a incorporação de novos atores, o que permite reduzir o risco para

os operadores de frota e garantir melhores condições de financiamento para os ônibus elétricos e para a construção da infraestrutura de recarga e fornecimento de energia. Assim, estes novos atores ajudam a mitigar os riscos, tanto tecnológicos como financeiros. No Quadro 9, apresentam-se os principais atores associados ao processo de renovação emergencial de frota de Santiago de Chile.

#### Quadro 9 - Principais atores associados ao Processo de Renovação de frota do Sistema de Transporte Público de Santiago

NOME DO ATOR	RESPONSABILIDADE
<b>Governo Nacional</b>	Ministério de Transportes e Telecomunicações: financiamento da nova frota de ônibus; planejamento do serviço; regulação do sistema de transporte público. Ministério de Energia: estudos de disponibilidade de energia; adequação dos padrões de recarga.
<b>Governo Local</b>	Fornecer apoio ativo para garantir o sucesso do aumento da escala, especificamente para a construção da infraestrutura de recarga.
<b>Empresas de Energia Elétrica</b>	ENEL X e ENGIE têm a responsabilidade de financiar a compra dos ônibus elétricos; construção de infraestrutura de recarga; fornecimento de energia para a recarga dos ônibus; contratos por meio de leasing com os operadores de frota.
<b>Empresas de ônibus elétricos a bateria</b>	BYD: provisão e adequação da frota de ônibus elétricos; gestão dos sistemas de recarga; manutenção preventiva dos ônibus. Yutong: provisão e adequação da frota de ônibus elétricos.
<b>Fundos de investimento</b>	NEOT Capital: financiamento da frota de ônibus elétricos do operador RedBus.
<b>Operadores de frota</b>	Buses Vule; STP Santiago; RedBus Urbano: operação da frota; gestão dos sistemas de recarga; manutenção dos ônibus.

Fonte: elaboração própria com base em World Bank (2020)

Devido ao fato que o modelo de negócios de renovação de frota foi incorporado nos contratos da licitação, os atores que participam são os mesmos. A principal diferença é a participação da empresa chinesa Foton, que atua como fornecedora de uma parte dos ônibus elétricos a bateria que vão operar no sistema de Transporte Público de Santiago de Chile.

#### **2.4.1 Políticas públicas e instrumentos de apoio à iniciativa de mobilidade elétrica**

O processo de implementação de ônibus elétricos a bateria em Santiago de Chile tem sido apoiado por políticas nacionais de estímulo à mobilidade elétrica. No ano 2017, foi publicada a primeira Estratégia de Mobilidade Elétrica do Chile, a qual estabelecia a meta de ter 100% da frota de ônibus elétricos até 2050 (MINISTERIO DE ENERGÍA; MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES; MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2018). Devido aos avanços na eletrificação da frota de transporte público, no ano 2021, e através de um processo de consulta pública, a Estratégia de Mobilidade Elétrica foi atualizada, estabelecendo metas mais ambiciosas de eletrificação. Em relação ao transporte público, a meta é que, para o ano 2035, 100% dos ônibus urbanos devem ser elétricos ou de zero emissões.

Outro ponto de destaque é que, no caso do Chile, o governo nacional, liderado pelo Ministério de Transporte, é o responsável pela gestão do transporte público de Santiago. Por essa razão, o Governo Nacional oferece um conjunto de garantias para o financiamento e compra de uma frota zero emissões e também para gerar confiança aos investidores interessados em participar nas licitações de transporte público.

#### **2.4.2 Boas práticas e aprendizados**

O caso da implementação de ônibus elétricos a bateria na cidade de Santiago tem merecido destaque internacional e regional, porque foi a primeira cidade fora da China a implementar modelos de negócio inovadores que dividiam a operação da compra dos ônibus elétricos e que estimulavam a participação de novos atores. Nesse contexto, a cidade está tendo sucesso com a implementação em grande escala de ônibus elétricos, e tem sido um caso amplamente estudado, o que tem facilitado o compartilhamento de conhecimentos sobre o desempenho dos ônibus elétricos, assim como da gestão da infraestrutura de recarga necessária para operar este tipo de tecnologia.

O sucesso desse estudo de caso se evidencia no aumento de modelos de ônibus elétricos disponíveis no mercado chileno, principalmente de origem chinesa. Além disso, um estudo feito pelo Centro Mario Molina e o ICCT, no marco do projeto ZEBRA (Zero Emission Bus Rapid-deployment accelerator), demonstrou que o Custo Total de Propriedade (TCO Total Cost of Ownership) de um ônibus elétrico é, na média, 30% mais baixo em comparação a um ônibus a diesel. Embora o custo de aquisição de um ônibus elétrico seja mais alto que um ônibus a diesel, os custos de manutenção de um ônibus elétrico são 38% mais baixos que de um ônibus a diesel e, na média, o custo de operação de um ônibus elétrico é de USD\$ 0,65/km e para um ônibus a diesel é de USD\$ 0,96/km (CENTRO MARIO MOLINA; ICCT ; ZEBRA ALLIANCE, 2022).

Nesse processo de incorporação de tecnologias de zero emissões, é fundamental ter metas de longo prazo para fazer a transição para a mobilidade elétrica no transporte público, o qual tem sido priorizado sobre o transporte individual. O papel do governo nacional e sua articulação com o governo local tem sido chave para facilitar a transição tanto pelas garantias outorgadas aos investidores, como na compra das garagens para eliminar as barreiras de entrada de novos atores.

Finalmente, os usuários têm sido os principais beneficiários da implementação de tecnologias limpas no transporte público. De fato, uma pesquisa feita pelo Banco Mundial (2020) identificou que os usuários dos ônibus elétricos têm uma avaliação positiva, principalmente pelos seus atributos ambientais e de conforto. Além disso, os usuários estão dispostos a esperar entre 1 e 5 minutos adicionais para usar os ônibus elétricos.

## 2.5 FROTA PÚBLICA: IMPLEMENTAÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NA GUARDA CIVIL MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, BRASIL

### 2.5.1 Contexto da cidade e das motivações para implementar a iniciativa de mobilidade elétrica

São José dos Campos (SJC) é um município brasileiro localizado no Vale do Paraíba, com uma população estimada de 737.310 pessoas (ano 2021), ocupando a quinta posição no Estado de São Paulo (IBGE , 2022). São José dos Campos merece destaque no nível nacional por ter uma vocação de apoio à tecnologia e à inovação no seu território. Uma das iniciativas que fazem parte dessa vocação é o Parque Tecnológico São José dos Campos, o qual foi criado pela Prefeitura de SJC e pelo Governo do Estado de São

Paulo, com o objetivo de ser protagonista no desenvolvimento da região e do país, sendo um grande articulador para a criação de novas tecnologias, novos produtos e novos processos e para o apoio ao empreendedorismo (PARQUE TECNOLÓGICO SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022).

Outro ponto de destaque é que, em 2022, o município recebeu a certificação pela ABNT como a primeira Cidade Inteligente do Brasil. A cidade passou por um processo rigoroso, que levou em consideração 276 indicadores relacionados com os setores de serviços urbanos, qualidade de vida e práticas sustentáveis (PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022). Dentre as várias iniciativas reconhecidas como relevantes para ter a certificação de Cidade Inteligente, destacam-se as relacionadas com o estímulo à mobilidade elétrica em diferentes segmentos do transporte, que inclui os veículos das frotas oficiais, transporte público, sistemas de veículos elétricos compartilhados, entre outros.

### **2.5.2 Descrição da iniciativa de mobilidade elétrica**

A iniciativa da implementação de uma frota de veículos elétricos na Guarda Civil Municipal (GCM) de SJC surgiu como uma necessidade de fazer a renovação da frota dos veículos com MCI que eram patrimoniados, ou seja, que eram de propriedade do município, os quais estavam gerando grandes prejuízos patrimoniais, principalmente relacionados aos custos de manutenção e reposição de peças. Isso gerava dificuldades na prestação do serviço da GCM, já que eles devem operar 24 horas por dia.

Nesse contexto, no ano 2018, foi apresentada uma proposta de renovação da frota com veículos elétricos. Inicialmente, foi feito um convite para a montadora BYD, com sede em Campinas, para testar um VE por um período inicial de 15 dias. Durante esse período, os funcionários da GCM testaram os veículos e deram feedbacks sobre os aspectos positivos e negativos do desempenho dos mesmos. O estudo para avaliar as vantagens entre locação e aquisição de VE para a GCM deu como resultado maiores aspectos positivos, principalmente relacionados ao conforto dos VE, menor impacto ambiental, zero emissões de ruído, menores gastos de manutenção, entre outros. Assim, em 2018 foi feita uma licitação pública para a contratação de uma frota de 30 veículos elétricos, que foi outorgada à empresa BYD por um período de 3 anos (Figura 9).



Figura 9 - Veículos Elétricos da Guarda Civil Municipal de São José dos Campos, Brasil

Fonte: PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (2021) Foto: Claudio Viera/PMSJC.

Uma das barreiras identificadas na época da licitação era a pouca disponibilidade de veículos elétricos no mercado brasileiro e a necessidade de criar uma infraestrutura de recarga. Um dos aspectos interessantes dessa licitação foi a criação de um modelo de negócio baseado no aluguel mensal dos VE e não na compra direta dos veículos. Nesse modelo, a empresa BYD é responsável pelo fornecimento dos 30 VE, manutenção e seguros. Pela prestação desses serviços, a Prefeitura paga um valor mensal de R\$4.100 por cada veículo elétrico para a BYD. Além dos 30 VE da GCM, a Polícia Militar está operando 8 veículos elétricos na sua frota.

Durante um pouco mais de três anos da duração do projeto, o aluguel destes VE gerou uma economia de mais de R\$2,5 milhões para a Prefeitura de SJC. Além disso, percebem-se benefícios ambientais, já que esses veículos deixaram de emitir 1.200 toneladas de CO<sub>2</sub>, o que equivale ao plantio de 8.400 árvores na cidade. A economia gerada está relacionada, principalmente, aos custos do combustível (álcool e gasolina) e gastos com manutenção (pneus, óleo, mecânica e elétrica, entre outros). Esse modelo de aluguel - e não de compra - de frotas públicas é orientado pelo Tribunal de Contas do Estado de São Paulo, principalmente quando se analisa a aquisição de uma tecnologia, já que esta evolui muito rápido, por isso pode ficar obsoleta em pouco tempo, gerando prejuízos para o poder público local.

Dado o sucesso dessa iniciativa, a Prefeitura de SJC está trabalhando num novo edital, que tem a perspectiva de ser publicado no ano 2023, para a locação de 45 novos

veículos elétricos que vão operar na GCM, uma vez termine o contrato de 3 anos com a empresa BYD. Neste processo de licitação, ainda será mantido o modelo de negócio de aluguel, e será incluído um conjunto de especificações técnicas, autonomia e tempo de recarga, baseados na experiência com a operação dos VE.

Em relação à infraestrutura de recarga, a Prefeitura de SJC instalou 10 eletropostos em pontos estratégicos da cidade, como grandes avenidas, unidades de saúde pública, pronto atendimento, parques públicos, escolas, entre outros. Quando a viatura está precisando fazer a recarga do VE, a Guarda Civil Municipal faz presença nesses pontos, durante o tempo da recarga, o que gera uma sensação de segurança para a população. Esses postos de recarga também podem ser utilizados por todos os usuários de VE na cidade, sem custo. A localização dos eletropostos da Prefeitura e os particulares está georreferenciada no Plataforma GeoSanja4 de Prefeitura.

No que tange às barreiras identificadas, de forma semelhante com os ônibus elétricos, os VE têm um custo de aquisição maior em comparação com os veículos com MCI. Mas, como já foi descrito, o modelo de negócio de aluguel permite superar essa barreira.

### 2.5.3 Principais atores

Os principais atores que participam da implementação de uma frota de VE na Guarda Municipal de SJC são apresentados no Quadro 10.

**Quadro 10 - Principais atores associados à implementação da frota de VE na Guarda Civil Municipal de São José dos Campos**

NOME DO ATOR	RESPONSABILIDADE
<p><b>Prefeitura de São José dos Campos</b></p>	<p>A Prefeitura paga o aluguel mensal dos VE; define os contratos da licitação e os novos editais para o aluguel de VE. Instalação dos pontos de recarga para os VE.</p> <p>Essa iniciativa é acompanhada pela Secretaria de Mobilidade Urbana e pela Secretaria de Proteção ao Cidadão, tanto no processo licitatório como na operação dos VE.</p>

<sup>4</sup> Para mais informações, consultar: <https://geosanja.sjc.sp.gov.br/>

<b>Guarda Civil Municipal de SJC</b>	São responsáveis pela operação dos VE; os funcionários da GCV dão permanentemente retroalimentação sobre a operação dos VE.
<b>Empresas de veículos elétricos a bateria</b>	A BYD é a empresa responsável pela locação e manutenção dos VE. Também apoia as capacitações em condução e operação dos VE para os funcionários da GCM.

Fonte: elaboração própria com base nas entrevistas

### 2.5.4 Políticas públicas e instrumentos de apoio à iniciativa de mobilidade elétrica

As políticas e instrumentos de estímulo à mobilidade elétrica em SJC se caracterizam por ter uma coerência e uma continuidade ao longo do tempo. No ano de 2015, foi publicado o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob), cumprindo, assim, com o estabelecido pela Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/2012). Um dos objetivos do PlanMob é estimular o desenvolvimento científico e tecnológico e o uso de energias renováveis e menos poluentes, por meio da exigência de uso de tecnologias veiculares menos poluentes no transporte público, nas frotas de veículos do município, assim como a implantação de um sistema de car-sharing na cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS; SECRETARIA DE TRANSPORTE SJC, 2015).

Posteriormente à publicação do PlanMob, em 2018, foi publicada a Lei No. 9.684, de 28 de março de 2018, que autoriza a Prefeitura de SJC a estabelecer a Política Municipal De Incentivo ao Uso de Carros Elétricos e Híbridos. Essa lei é pioneira no Brasil e a única lei de caráter local que aborda, de maneira direta, o estímulo à mobilidade elétrica. De forma alinhada ao PlanMob, a Lei 9.684 estabeleceu os seguintes objetivos e metas (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2018):

- Incentivo à utilização de veículos automotores movidos exclusivamente à energia elétrica ou híbridos;
- A Prefeitura poderá mudar gradualmente sua frota de veículos próprios ou locados para propulsão elétrica;
- Fica estabelecida a meta de pelo menos 10% dos veículos da Guarda Municipal, Fiscalização de Trânsito e Fiscalização de Obras Públicas utilizando a propulsão elétrica até 2025;

- O sistema de transporte coletivo deverá ter 5% de veículos com propulsão elétrica até 2025; e
- A Prefeitura fica autorizada a estabelecer parceria com o Parque Tecnológico e a Urbam para construir a infraestrutura para o suporte aos veículos da frota municipal.

Assim, esse conjunto articulado de políticas públicas tem dado suporte à iniciativa de aluguel de VE para a Guarda Civil Municipal, a qual vai ter continuidade e tem potencial de ser replicada para outras áreas do governo local.

### 2.5.5 Boas práticas e aprendizados

Uma vez analisada a iniciativa da implementação de uma frota de veículos elétricos na Guarda Civil Municipal de São José dos Campos, salienta-se a liderança do poder público municipal na definição de políticas públicas e regulações específicas para o estímulo à mobilidade de baixa emissão, pensadas para que sejam implementadas no longo prazo e que não fiquem atreladas exclusivamente ao governo de turno. Essas políticas públicas têm sido materializadas em projetos de grande impacto na cidade, principalmente no transporte público, sistemas de car-sharing com VE e nas frotas do governo municipal. Além disso, o estímulo à mobilidade de baixa emissão em SJC foi um dos indicadores avaliados positivamente para que a cidade fosse certificada pela ABNT como a Primeira Cidade Inteligente do Brasil.

Ter uma frota pública com veículos elétricos demonstra o compromisso do governo local e serve como exemplo para os cidadãos de SJC e para outras cidades do Brasil e da América Latina. De fato, a implementação da frota de VE numa instituição como a Guarda Civil Municipal tem estimulado o compartilhamento de conhecimento e da experiência dessa iniciativa com outras cidades da região que estão interessadas em empreender projetos semelhantes.

Destaca-se que, desde o começo da iniciativa, os funcionários da GCM foram envolvidos por serem os principais usuários dos VE. Assim, com o objetivo de reduzir as possíveis incertezas sobre essa tecnologia, esses funcionários participaram de programas de capacitação em relação à autonomia, frenagem regenerativa, sistemas de recarga, condução eficiente, entre outros. Uma das principais vantagens que foram apontadas pelos funcionários da GCM é o conforto dos VE, além do fato de poderem ser utilizados em tempo integral, têm zero emissões e não geram nenhum ruído, o que

é um benefício adicional para certas ocorrências, contribuindo com o fator surpresa, gerando uma melhor qualidade e eficiência na prestação do serviço.

Finalmente, essa iniciativa demonstra que é possível implementar frotas públicas com veículos elétricos dentro do poder público local com melhor custo-benefício, tanto pelos ganhos econômicos associados ao aluguel dos VE e não à propriedade dos mesmos, mas também pelos ganhos ambientais para toda a população.

## **2.6 MICROMOBILIDADE: SISTEMA DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS ELÉTRICAS EM BOGOTÁ, COLÔMBIA.**

### **2.6.1 Contexto da cidade e das motivações para implementar a iniciativa de mobilidade elétrica**

A cidade de Bogotá, capital da Colômbia, tem a rede de ciclovias (ciclorrutas) mais representativa da América Latina, com 590 quilômetros de ciclovias permanentes e 9 quilômetros de ciclovias temporais. Além disso, todos os domingos e feriados são habilitados 100 quilômetros adicionais de vias para o uso exclusivo de bicicletas e transporte a pé, com o objetivo de realizar atividades esportivas e lúdicas. Por essa razão, Bogotá tem sido considerada como a capital mundial da bicicleta e como um modelo de infraestrutura dedicada de bicicletas para outras cidades da região.

Segundo a Pesquisa de Mobilidade de Bogotá (2019), a cada dia são realizadas 880.000 viagens em bicicleta por cidadãos de Bogotá, das quais 25% são feitas por mulheres. Além disso, moradores de cidades vizinhas a Bogotá fazem 297.500 viagens diárias dentro da cidade. Essas viagens correspondem a 6,6% das viagens diárias realizadas em Bogotá, as quais tiveram um crescimento de 38% entre 2015 e 2019. As viagens em bicicleta são feitas predominantemente por pessoas de baixa renda que utilizam esse modal de transporte limpo para se moverem a seus locais de trabalho e estudo (ALCALDÍA DE BOGOTÁ; SECRETARIA DE MOVILIDAD, 2022).

Além disso, no ano 2020, durante a emergência da pandemia da COVID-19, foram habilitados 117 quilômetros de ciclovias adicionais com o objetivo de facilitar a mobilidade urbana, evitar o contato social e diminuir a lotação do sistema de transporte público da cidade. De fato, durante os primeiros meses da pandemia houve um aumento de 80% no número de viagens em bicicletas, passando de 360.000 viagens diárias em abril de 2020 para 650.000 viagens diárias em dezembro de 2020.

Nesse contexto, os diferentes governos de Bogotá têm considerado interessante implementar e estruturar um sistema de bicicletas compartilhadas, já que há uma cultura do uso da bicicleta por parte dos cidadãos, além de ser possível aproveitar

a infraestrutura de ciclovias existentes. No ano 2018, foi publicada uma licitação para a implementação de um sistema de bicicletas compartilhadas de Bogotá, para ser operada por um ator privado. Contudo, essa licitação foi deserta porque não foi possível estruturar um roadmap que fosse útil para a cidade, em termos econômicos e financeiros, mas que também fosse atrativo em termos do modelo de negócio, para os privados interessados em participar.

Um dos grandes desafios identificados nesses processos licitatórios está relacionado com as características da estrutura jurídica da cidade, porque existem muitas entidades responsáveis pela regulação do espaço público, malha viária, publicidade, espaços privados, entre outros. Isso dificulta a implementação de projetos de mobilidade dentro do espaço urbano.

Uma vez identificados estes desafios, no ano 2022 foi publicada uma nova licitação para implementar um sistema de bicicletas compartilhadas em Bogotá, a qual permitia aproveitar o espaço público para a implementação de sistemas de mobilidade de baixa emissão e, adicionalmente, a exploração da publicidade para ter ganhos econômicos e não ter de depender dos subsídios da cidade. Essa mudança gerou mais interesse na licitação, a qual foi outorgada no ano 2022 para a empresa brasileira Tembici.

Importante destacar que a estruturação da licitação foi feita com o acompanhamento de cooperação internacional, principalmente das Embaixadas da Alemanha e do Reino Unido, e a Prefeitura de Bogotá, especificamente a Secretaria de Mobilidade.

## 2.6.2 Descrição da iniciativa de mobilidade elétrica

Os Sistemas de Bicicletas Compartilhadas (SBC) são um conjunto de elementos, equipamentos e operações que permitem o aluguel de bicicletas de uso compartilhado, criado com o objetivo de fomentar o uso das mesmas em viagens de curta distância e duração entre pessoas usuárias previamente identificadas, permitindo assim a circulação de bicicletas compartilhadas numa área de funcionamento previamente estabelecida. Os SBC fazem parte da rede de transporte sustentável de governos locais e das agências de planejamento urbano que promovem a mobilidade sustentável, e geram um conjunto de benefícios sociais, ambientais e econômicos (BID et al., 2019; C40 CITIES FINANCE FACILITY et al., 2022).

Atualmente, existem diferentes tipologias de sistemas de bicicletas compartilhadas que podem se classificar em quatro categorias: i) Manuais: tem um funcionário que atende aos usuários e entrega e recebe as bicicletas; ii) Automático com estações: os usuários começam e terminam sua viagem em estações previamente definidas numa área de operação dentro da cidade; iii) Automático sem estações (dockless): as bicicletas

podem ser estacionadas no espaço público numa área de operação específica, e não precisa de estações; iv) Sistema híbrido: combina o sistema automático com estações e sem estações (dockless) em áreas previamente definidas (C40 CITIES FINANCE FACILITY et al., 2022).

O Sistema de Bicicletas Compartilhadas de Bogotá é do tipo com estações, operará numa área de 27 km e incorporará 3.300 bicicletas, as quais se dividem nas seguintes categorias:

- 1.500 bicicletas mecânicas (importadas);
- 1.500 bicicletas elétricas (sistema de pedal assistido): as autopeças dessas bicicletas são importadas, mas vão ser montadas na Colômbia com um fornecedor local, com o objetivo de gerar emprego e promover a indústria local;
- 150 manocletas: são acessórios que permitem às pessoas que utilizam cadeira de rodas e tem mobilidade reduzida fazer um menor esforço nos seus deslocamentos. O protótipo das manocletas foi desenvolvido com fornecedores locais;
- 150 bicicletas com caixas, que permitirão o transporte de mercadorias em percursos de última milha. Esse tipo de bicicleta também foi desenvolvido com fornecedores locais; e
- Além disso, o sistema terá 150 assentos para crianças que poderão ser instalados tanto nas bicicletas mecânicas como nas elétricas. Esse tipo de bicicleta está focado nas mulheres com crianças que têm a necessidade de se movimentar dentro da cidade.

A tipologia de bicicletas para pessoas com mobilidade reduzida, para as mulheres com crianças pequenas e para o transporte de mercadorias é algo inovador nesse tipo de sistema. De fato, na licitação, as empresas que apresentaram propostas com esse tipo de bicicletas tinham pontos adicionais.

Um dos desafios foi o desenho do protótipo das bicicletas para as pessoas que utilizam cadeiras de rodas, já que todas as cadeiras de rodas são diferentes, porém era necessário criar um dispositivo que foi denominado como “manocleta”, que se adaptará a todos os tipos de cadeiras de rodas. A empresa Tembici tem planejado estabelecer conversas com grupos e coletivos de pessoas com mobilidade reduzida que utilizam cadeira de rodas para lhes oferecer este tipo de serviço (Figura 10).



Figura 10 - Exemplo de Manocleta

Fonte: Cívico (2022)

Tanto as manocletas como as bicicletas com caixas, devido às suas características, precisam ser reservadas com antecedência pelos usuários no site da Tembici. Os usuários também terão uma capacitação sobre seu uso.

O sistema terá 300 estações para as bicicletas, as quais, numa primeira etapa, serão instaladas na zona norte da cidade. Até agosto de 2022, o projeto está em etapa de planejamento e organização e espera-se que o sistema esteja operando até meados do segundo semestre de 2022. Outra das características do SBC é que a localização das estações está pensada para que fiquem próximas das estações do sistema BRT da cidade Transmilenio, com o alvo de promover a integração dos diferentes modais de transporte, especificamente para os percursos de última milha.

Todas as bicicletas permanecerão nas estações durante a noite, o que facilita a operação e a logística do sistema. Das 300 estações do sistema, 70 terão instalados painéis solares fotovoltaicos para fazer a recarga das bicicletas elétricas. As bicicletas elétricas têm uma autonomia de 60 quilômetros e a perspectiva é que sejam feitas sete (7) viagens com esta autonomia (Figura 11).



Figura 11 - Estação do Sistema de Bicicletas compartilhadas de Bogotá da Empresa Tembici

Fonte: TEMBICI (2022)

A tipologia do Sistema de Bicicletas Compartilhadas em Bogotá com estações (dock) tem a vantagem de ter um apoio e respaldo por parte do Governo local e da Secretaria de Mobilidade, os quais lideram a articulação com todas as entidades envolvidas no uso do espaço público e na mobilidade urbana para ter as autorizações para implementar o sistema.

Na licitação, foi definido previamente que o sistema devia ter estações de recarga, já que experiências anteriores em micromobilidade elétrica, especificamente com patinetes elétricas na cidade que utilizavam sistemas dockless, tinham apresentado algumas dificuldades. Por serem sistemas pouco regulados e sem estações, as patinetes estavam gerando um uso desorganizado do espaço público e, em algumas ocasiões, dos espaços privados da cidade. Por essa razão, muitas vezes as patinetes eram recolhidas pela polícia, além causarem problemas de roubos e de vandalismo. Ademais, a pandemia agravou ainda mais essas problemáticas e todos os sistemas de patinetes elétricas foram desativados nas cidades da Colômbia e na maioria das cidades latino-americanas onde operavam.

Em relação ao modelo de negócio, o contrato estabelecido entre a Prefeitura e a Tembici se denomina Contrato de Administração e Manutenção do Espaço Público (CAMED). Nesse novo modelo de negócio, a Prefeitura de Bogotá não aporta nenhum recurso econômico para a operação do sistema e as fontes de financiamento são 100% privadas. A Prefeitura autoriza a exploração econômica do espaço público. Assim, os ingressos para a empresa Tembici são gerados pela tarifa, paga pelo usuário, e pela

instalação de publicidade tanto nas bicicletas como nas estações. Tembici oferece diferentes opções de planos para o aluguel das bicicletas que podem ser por mês, semanal, diário ou por cada viagem. Além disso, o sistema terá uma tarifa diferenciada para a população de baixa renda, que consiste num desconto de 20%.

Nesse contrato de licitação, foi estabelecido que a empresa Tembici deve ter uma contrapartida em espécie para a Prefeitura, que consiste na obrigatoriedade de instalar estacionamentos para bicicletas em áreas diferentes da sua operação e pontos de suporte para a reparação de bicicletas (ciclotalleres), que podem ser utilizados por todos os usuários de bicicletas da cidade (Figura 12).



**Figura 12 - Pontos de suporte para a reparação de bicicletas do SBC de Bogotá**  
Fonte: TEMBICI (2022)

Um dos desafios desse SBC está relacionado com os seguros das bicicletas, porque é difícil ter uma empresa seguradora para sistemas de bicicletas compartilhadas devido ao risco de roubos e de vandalismo. Esse risco está contemplado dentro do modelo

de negócios. Contudo, o desenho das bicicletas e de seus diferentes componentes e autopeças fazem com que não exista um mercado para a revenda dos mesmos. Assim, espera-se um crescimento de roubos no começo da operação do sistema, mas no médio prazo, devido à impossibilidade de revender estes componentes, espera-se que os possíveis roubos diminuam. Para superar esse desafio, a empresa está se articulando com a Secretaria de Segurança da cidade e com coletivos de usuários de bicicletas da cidade para ter um respaldo dos cidadãos para o cuidado desse sistema de mobilidade.

### 2.6.3 Principais atores

Neste projeto, destaca-se a participação de um amplo número de atores, tanto públicos como privados, os quais se descrevem no Quadro 11.

**Quadro 11 - Principais atores associados à implementação de um sistema de compartilhamento de bicicletas na cidade de Bogotá, Colômbia**

NOME DO ATOR	RESPONSABILIDADE
<p><b>Prefeitura de Bogotá</b></p>	<p>A Prefeitura de Bogotá publicou os editais da licitação e das especificidades do sistema de bicicletas compartilhadas.</p> <p>Secretaria de Mobilidade: supervisa o contrato; ajuda a articular os atores públicos da cidade relacionados com o uso do espaço público e a mobilidade urbana.</p>
<p><b>Empresa operadora do Sistema de bicicletas compartilhadas</b></p>	<p>TemBici é uma empresa de origem brasileira que tem experiência de mais de 10 anos na implementação de sistemas de bicicletas compartilhadas e tecnologias de micromobilidade. Tembici opera em 8 cidades do Brasil, duas cidades na Argentina, Santiago de Chile e Bogotá.</p>

---

**Entidades reguladoras do Espaço Público e Mobilidade Urbana**

*Instituto de Desarrollo Urbano (IDU)*: tem a responsabilidade de desenvolver as obras na malha viária e no espaço público, assim como de grandes obras de infraestrutura na cidade. Todas as obras que façam uso do espaço público devem ter a autorização do IDU para sua construção. Isso inclui as estações do SBC de Bogotá.

*Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DAPEP)*: tem a responsabilidade de defender o espaço público da cidade, administrar o patrimônio imobiliário da cidade e construir uma cultura do espaço público que garanta a participação comunitária.

*Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC)*: é uma entidade do governo local de Bogotá que faz a gestão da preservação e sustentabilidade do patrimônio cultural da cidade e garante que os diferentes projetos da cidade cumpram com os requisitos técnicos, arquitetônicos e urbanísticos.

---

**Fornecedores de tecnologia**

*PBSC Urban Solutions*: fornecedor canadense das bicicletas e soluções de micromobilidade que operam em todos os SBC da Tembici. Essa empresa também fornece as bicicletas para os SBC de Montreal, Toronto, Dubai, New York, entre outras.

*Praxis*: empresa colombiana especializada na fabricação de produtos para pessoas com mobilidade reduzida. É o desenvolvedor e fornecedor das manocletas, que são os dispositivos que se adaptam às cadeiras de rodas.

*Mejor en Bici*: empresa colombiana especializada em bicicletas e infraestrutura para bicicletas. Essa empresa é a fornecedora das bicicletas com caixas para o transporte de mercadorias de última milha.

---

**Usuários de bicicletas**

Coletivos de cidadãos que estimulam o uso da bicicleta na cidade e que apoiam esse tipo de sistema de mobilidade urbana. A empresa Tembici está fazendo um programa de difusão e socialização com os atuais e potenciais usuários do sistema em diferentes zonas da cidade.

---

**Instituições de formação e capacitação em mobilidade elétrica**

O SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) tem programas de formação e capacitação em aspectos técnicos associados à mobilidade elétrica. Espera-se que técnicos e tecnólogos com formação no SENA façam parte da equipe de Tembici.

## 2.6.4 Políticas públicas e instrumentos de apoio à iniciativa de mobilidade elétrica

Na Colômbia, existe um conjunto de políticas nacionais para o estímulo à mobilidade ativa. Destaca-se a Estratégia Nacional de Mobilidade Ativa com foco na igualdade de gênero e diferencial (ENMA), a qual foi publicada no ano 2022. O objetivo geral dessa estratégia é estabelecer ações que permitam promover a mobilidade ativa com foco na igualdade de gênero e diferencial no território nacional, que sejam coerentes com a gestão das mudanças climáticas e a qualidade do ar. Essa estratégia procura o desenvolvimento e consolidação de cidades saudáveis e com segurança que priorizem o cuidado da vida, a acessibilidade e a inclusão de todas as pessoas, através de espaços públicos que promovam o encontro e a segurança cidadã (COMISIÓN EUROPEA; MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA; UNIVERSIDAD EAFIT, 2022).

Algumas das ações estratégicas que fazem parte dessas políticas e que estão alinhadas ao estímulo de sistemas de bicicletas compartilhadas são: i) fomentar nos tomadores de decisão uma visão que privilegie a mobilidade ativa sobre o transporte em veículos motorizados individuais e motivar a execução de infraestrutura para o transporte ativo; ii) promover a integração da mobilidade ativa com o transporte público; iii) promover a avaliação da pertinência técnica, normativa e financeira para a implementação de sistemas de bicicletas públicas e/ou compartilhadas, levando em consideração o foco na igualdade de gênero, diferencial e segurança viária (COMISIÓN EUROPEA; MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA; UNIVERSIDAD EAFIT, 2022).

Em relação às políticas locais, no ano 2021 foi publicada a Política Pública da Bicicleta, que tem como objetivo melhorar as condições físicas, socioeconômicas e culturais da cidade para o uso e aproveitamento da bicicleta. Essa política pública destina recursos por \$2,2 bilhões de pesos colombianos para a execução de projetos relacionados com bicicletas até o ano 2039. Além disso, essa política tem como alvo aumentar o número de estacionamento para bicicletas e oferecer o serviço de sistema de bicicletas compartilhadas (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2021).

Finalmente, em junho de 2021, foi aprovado o Acordo 127 por parte do Concejo de Bogotá (Câmara de Vereadores), o qual estimula a mobilidade sustentável e a eletrificação do transporte público para enfrentar a emergência climática em Bogotá. Como parte dessas ações, a Prefeitura de Bogotá autoriza a criação de um serviço de compartilhamento e aluguel de bicicletas e patinetes elétricas para estimular a mobilidade sustentável. Além disso, autoriza o uso da publicidade exterior visual nos elementos do sistema de bicicletas compartilhadas como uma fonte de financiamento. De fato, essa autorização permitiu mudanças nas condições da licitação e a operação da iniciativa de micromobilidade na cidade (CONCEJO DE BOGOTÁ, 2021).

## 2.6.5 Boas práticas e aprendizados

A implementação desse tipo de projeto de micromobilidade numa cidade com as características de Bogotá pode servir de modelo, tanto para outras cidades da Colômbia como da América Latina. Para que este tipo de sistema tenha sucesso, é fundamental ter o apoio e o acompanhamento dos governos locais, pois eles têm toda a autonomia da gestão do espaço público nas cidades e na promoção de sistemas de mobilidade urbana de baixa emissão. Uma empresa privada, por si só, tem muitas dificuldades de implementar esse tipo de sistema de mobilidade urbana, assim como aconteceu com os sistemas de patinetes elétricas compartilhadas.

Em relação ao modelo de negócio, a exploração da publicidade é a chave para garantir a viabilidade e a sustentabilidade do sistema no longo prazo. Isso também permite certa independência e autonomia às empresas operadoras do sistema de bicicletas compartilhadas. Contudo, é importante que, mesmo nos contratos de licitação, seja pré-definido a localização das estações, as quais devem ficar próximas dos sistemas de transporte público com o objetivo de fomentar a intermodalidade e facilitar os percursos de primeira e última milha. Nesse quesito, a empresa Tembici tem planejado a integração dos cartões utilizados para o pagamento das passagens do sistema Transmilenio, os quais poderão ser utilizados para pagar o aluguel das bicicletas.

Um aspecto interessante dessa iniciativa é a articulação com empresas locais para fabricação e montagem de uma parte das bicicletas do sistema, especificamente as bicicletas elétricas, as manocletas (que permitirão sua adaptação a todo tipo de cadeira de rodas) e as bicicletas com caixas para o transporte de mercadorias de última milha. Essa articulação com fornecedores locais estimula a criação de novas oportunidades de emprego e o desenvolvimento da indústria nacional de bicicletas elétricas.

Um foco importante desse SBC é a perspectiva de igualdade de gênero, especificamente para mulheres cuidadoras, e a implementação de dispositivos para facilitar o acesso de pessoas com mobilidade reduzida. Além dos ODS já identificados associados à mobilidade de baixa emissão, essa iniciativa de bicicletas compartilhadas está associada ao ODS 5 - Igualdade de gênero e ao ODS 10 - Redução das desigualdades, especificamente à Meta 10.2 “Até 2030 empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra” (ONU BRASIL, 2018).

Nesse sentido, esse sistema de bicicletas compartilhadas e sua articulação com a infraestrutura de ciclovias existentes na cidade pode se tornar um meio de transporte chave para o desenvolvimento do município, através da melhora da mobilidade urbana

com foco nas baixas emissões e como uma ferramenta para a redução da desigualdade e da exclusão social.

## **2.7 MICROMOBILIDADE: PROJETO POÇOS + INTELIGENTE: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MOBILIDADE POR MEIO DE BICICLETÁRIOS E BICICLETAS ELÉTRICAS NA CIDADE DE POÇOS DE CALDAS, BRASIL.**

### **2.7.1 Contexto da cidade e das motivações para implementar a iniciativa de mobilidade elétrica**

Poços de Caldas é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, no sudeste do país. Segundo estimativa do IBGE (2021), é o 15º município mais populoso do estado, com 169.838 habitantes. Poços de Caldas se caracteriza por ser uma cidade turística e atrai visitantes principalmente dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. A cidade também tem uma vasta população universitária que alavanca de forma importante o comércio local. No segmento industrial, salienta-se a mineração de bauxita e ferro, assim como a presença de empresas do setor de alimentos, de soluções eletrônicas embarcadas, entre outros (PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS, 2020).

Uma das características da cidade é que a empresa de energia DME Poços de Caldas Participações S.A é de capital 100% público e de titularidade do Município de Poços de Caldas. Por sua vez, essa empresa se divide em duas: i) DME Distribuição S.A, concessionária responsável pela distribuição de energia para todo o município; ii) DME Energética S.A, responsável pela geração e comercialização de energia de forma independente, participando de diferentes empreendimentos energéticos em Poços de Caldas e em outras regiões do país (DME POÇOS DE CALDAS, 2022).

### **2.7.2 Políticas públicas e instrumentos de apoio à iniciativa de mobilidade elétrica**

Antes de descrever a iniciativa de bicicletas elétricas compartilhadas em Poços de Caldas, é importante entender as políticas que deram origem ao projeto. O projeto: “Sistema de eficiência inteligente, monitoramento de qualidade de energia gerada e armazenada, impacto regulatório e financeiro na implantação de mobilidade elétrica” foi aprovado como parte da Chamada 22/2018 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica): Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente. A Chamada 22/2018 faz parte do Programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica, conforme a Lei Federal 9.991/2000.

A Lei No. 9.991/2000, determina que as empresas distribuidoras de energia elétrica devem aplicar um percentual mínimo da receita operacional líquida (ROL) em Programas de Eficiência Energética (PEE), segundo regulamentos estabelecidos pela ANEEL. O objetivo do PEE é promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica da melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada, promovendo a transformação do mercado de eficiência energética, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica. A elaboração e a execução dos PEEs são realizadas pelas empresas distribuidoras de energia elétrica em instalações de seus consumidores (BRASIL, 2000).

A Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 022/2018: “Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente” tem como objetivo a constituição de modelos de negócio que contribuam, de maneira significativa, para a criação de massa crítica e base tecnológica para o desenvolvimento de produtos e serviços nacionais na área de Mobilidade Elétrica Eficiente, e que demonstrem sua viabilidade técnico-econômica em território nacional (ANEEL, 2019).

### 2.7.3 Descrição da iniciativa de mobilidade elétrica

Uma vez entendido o contexto da Chamada 22/2018, e dada a obrigatoriedade de apresentar um projeto de P&D por parte da empresa distribuidora DME do Município de Poços de Caldas, foi formulado e aprovado o projeto “Sistema de eficiência inteligente, monitoramento de qualidade de energia gerada e armazenada, impacto regulatório e financeiro na implantação de mobilidade elétrica”. O objetivo desse projeto é o desenvolvimento de um sistema de monitoramento, compartilhamento e agendamento de carga de veículos e bicicletas elétricas no município de Poços de Caldas - MG, com implantação de eletropostos, ciclovias elétricas e laboratório de testes de qualidade de energia para monitorar a recarga de VE. O valor total do projeto é de R\$ 3.067.423, dos quais 87% correspondem aos recursos de P&D da Empresa DME e 13% correspondem a contrapartidas de outras instituições que participam do projeto.

Um primeiro componente desse projeto foi a instalação de três eletropostos na cidade: um eletroposto de carga rápida na área central do município; um eletroposto de carga semirrápida na zona oeste; um eletroposto de carga lenta na garagem da DME. Além disso, foi adquirido um veículo elétrico JAC e EV40 para fazer os diferentes testes. Esses eletropostos são gratuitos e podem ser utilizados por qualquer usuário de VE, o que é um ponto chave para atrair turistas que sejam usuários de VE.

O outro componente do projeto é a implantação de um sistema de mobilidade urbana, por meio de bicicletários e bicicletas elétricas. Assim, foram adquiridas 30 bicicletas elétricas e estão sendo instalados três bicicletários: i) um bicicletário no Campus do Instituto Federal do Sul de Minas de Poços de Caldas; ii) um bicicletário no Campus da PUC Minas; iii) um bicicletário na área central de Poços de Caldas. O objetivo de se ter um projeto de micromobilidade foi pensado para adaptar a estrutura da cidade para a mobilidade elétrica e complementar a implantação da infraestrutura de recarga de VE (Figura 13).



Figura 13 - Sistema de Bicicletas Elétricas Compartilhadas em Poços de Caldas, Brasil  
Fonte: PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS (2021)

O projeto de bicicletas elétricas compartilhadas busca que os pesquisadores das universidades envolvidas (alunos, bolsistas, visitantes) e a população em geral tenham

uma proximidade com a mobilidade elétrica e possam ser usuários das bicicletas elétricas para percursos curtos dentro da cidade.

Um dos desafios identificados foi o desenvolvimento de bicicletários eletrônicos com travamento para as bicicletas elétricas. Para superar esse desafio, os pesquisadores das universidades envolvidas estão trabalhando em conjunto com um fornecedor regional para atender às especificações requeridas dos bicicletários e as adaptações necessárias para as bicicletas elétricas. Isso tem sido importante para criar parcerias e estimular o processo de transferência tecnológica.

Além disso, de forma semelhante como acontece com os veículos e ônibus elétricos, o custo das bicicletas elétricas e dos diferentes componentes que fazem parte da infraestrutura de recarga é alto, sendo que ainda houve um aumento de preços devido à pandemia e à escassez mundial de alguns componentes eletrônicos.

Outro desafio identificado foi a contratação de uma empresa seguradora para o sistema de bicicletas compartilhadas. Embora numerosas conversas com empresas seguradoras do Brasil, essas empresas não fazem esse tipo de seguro porque o risco é muito alto e, em consequência, o seguro de cada bicicleta por ano é custoso. Além disso, os seguros também têm que levar em conta os possíveis danos físicos dos usuários das bicicletas e contemplar possíveis danos a terceiros.

Para resolver esse desafio, os pesquisadores das universidades envolvidas no projeto estão criando um aplicativo de uma ciclovía virtual, numa área específica da cidade, com o objetivo de liberar as bicicletas quando são solicitadas pelos usuários e de rastrear as bicicletas nos percursos definidos. Esse aplicativo vai permitir um certo controle da operação e do uso das bicicletas. Por essa razão, até agosto de 2022, o serviço de compartilhamento de bicicletas ainda não foi liberado para o uso da população do município.

Em relação aos modelos de negócio de mobilidade elétrica, que de fato é um dos propósitos da Chamada 22/2018 da ANEEL, o projeto tem a proposta de integrar o sistema de tarifação de energia elétrica dos usuários de VE e de bicicletas elétricas na conta de energia da sua residência. Assim, quando um usuário de veículos ou bicicletas faz a recarga de seu VE ou aluga sua bicicleta, a cobrança por esse serviço vai aparecer na sua conta de energia. No longo prazo, espera-se que esse modelo possa ser expandido para outras empresas distribuidoras de energia do Brasil.

## 2.7.4 Principais atores

Nesse projeto, destaca-se a participação de um amplo número de atores, tanto públicos como privados, os quais se descrevem no Quadro 12.

**Quadro 12 - Principais atores associados à implementação de um sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas no município de Poços de Caldas, Brasil**

NOME DO ATOR	RESPONSABILIDADE
Prefeitura de Poços de Caldas	A Prefeitura apoia o projeto de forma conjunta com a empresa distribuidora de energia, que é municipal. Além disso, a Prefeitura apoia a instalação dos eletropostos no espaço urbano.
Empresa de Energia Elétrica	A empresa DME Poços de Caldas Participações S.A financia o projeto com os recursos do P&D da ANEEL, especificamente da Chamada 22/2018.
Universidades	O Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Poços de Caldas, e a PUC Minas, Campus Poços de Caldas, são as executoras do projeto. Além disso, existem diferentes professores, pesquisadores e estudantes vinculados no projeto
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	A ANEEL tem a responsabilidade de definir as diretrizes dos projetos de P&D, nesse caso da Chamada 22/2018, aprovar os projetos para execução, fazer o acompanhamento e a avaliação final dos resultados dos diferentes projetos.
Empresas de bicicletas elétricas e bicicletários	A empresa VERTH Tecnologia, localizada na Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Itajubá, fornece os bicicletários eletrônicos inteligentes e as bicicletas elétricas. A empresa Move Your Life, de origem italiana, fornece outra parte das bicicletas elétricas com fabricação nacional. Essas bicicletas elétricas foram acopladas aos bicicletários inteligentes, onde são liberadas para fazer a recarga da bateria.

---

**Fornecedores de tecnologia**

Os projetos de P&D da ANEEL devem ter uma contrapartida de, no mínimo, 10% dos parceiros, que podem ser com recursos financeiros, mas também com horas de engenharia, equipamentos, entre outros. Alguns dos parceiros que participam do projeto são: ABB (eletropostos); ALBA energia solar (instalação do componente fotovoltaico dos eletropostos); EMBTech (soluções de tecnologia de controle do consumo de energia), entre outros.

---

**Fonte: elaboração própria com base nas entrevistas realizadas**

### 2.7.5 Boas práticas e aprendizados

Uma das principais boas práticas identificadas no projeto foi a criação de um laboratório compartilhado de mobilidade elétrica, em parceria com as instituições de pesquisa vinculadas ao projeto. Nesse laboratório, participam pesquisadores, professores, bolsistas e estudantes no desenvolvimento de diferentes estudos de mobilidade elétrica. Alguns exemplos são: i) o impacto dos carregadores e a qualidade de energia da rede da concessionária e sobre a energia elétrica utilizada nos carregadores, tanto das bicicletas como dos VE; ii) alimentação dos eletropostos com a rede da concessionária, usina fotovoltaica e banco de baterias; iii) plataforma para utilização de créditos de geração distribuída em mobilidade elétrica; entre outros. Esse tipo de projeto de P&D tem estimulado a formação de profissionais com experiência em mobilidade elétrica e o estabelecimento de linhas de pesquisa em mobilidade urbana e eletromobilidade.

Outro ponto de destaque é a criação de parcerias e redes de colaboração entre instituições de ensino públicas e privadas e empresas nacionais e da região próxima a Poços de Caldas para o fornecimento dos diferentes componentes do projeto e para a criação de capacidades em mobilidade elétrica. De fato, esse é outro dos grandes objetivos da Chamada 22 da ANEEL, o fortalecimento da RISE (Rede de Inovação do Setor Elétrico), o que estimula a transferência de tecnologias e de conhecimentos para o desenvolvimento conjunto de soluções em mobilidade elétrica.

Finalmente, o projeto de micromobilidade com bicicletas elétricas vai permitir uma proximidade maior entre a pesquisa que é feita dentro das universidades e a população de Poços de Caldas, a qual vai se beneficiar do projeto e terá uma experiência direta com a mobilidade elétrica e a mobilidade ativa. Além disso, ter essa estrutura de mobilidade elétrica na cidade também pode ser interessante para os turistas que visitam Poços de Caldas.

## 2.8 ÚLTIMA MILHA: OFERTA E DEMANDA DE CAMINHÕES ELÉTRICOS COMO UMA ESTRATÉGIA DE FOMENTO À INDÚSTRIA NACIONAL E PARA O CUMPRIMENTO DA AGENDA ESG (ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE)

A última seção deste capítulo tem uma estrutura diferente em comparação às anteriores porque será apresentado o contexto do mercado mundial dos caminhões elétricos e duas iniciativas relacionadas à incorporação de frotas de caminhões elétricos para entregas de última milha no Brasil. A primeira iniciativa é do lado da oferta e está relacionada com a fabricação nacional do caminhão elétrico e-Delivery da empresa Volkswagen Caminhões e Ônibus Brasil. A segunda iniciativa é do lado da demanda e está relacionada com a implementação de uma frota de caminhões elétricos da empresa de bebidas AMBEV para o cumprimento de sua Agenda ESG (ambiental, social e governança).

### 2.8.1 Contexto mundial dos caminhões elétricos

Segundo os dados do EV Outlook (2022), o mercado de caminhões elétricos de porte médio e grande (medium and heavy-duty electric trucks) é pequeno em comparação com os outros tipos de veículos elétricos. As vendas globais de caminhões elétricos mais que dobraram em relação às vendas do ano 2020, mas permaneceram abaixo das vendas do ano 2018. No ano 2021, foram vendidos 14.200 caminhões elétricos de porte médio e grande e há um estoque de 66.000 unidades no mundo, o que representa 0,1% da frota de caminhões (IEA, 2022).

A China lidera o mercado de caminhões elétricos com, aproximadamente, 90% das vendas. Nos Estados Unidos e Europa, as vendas de caminhões elétricos têm aumentado nos últimos anos, principalmente pelo aumento de modelos disponíveis no mercado, políticas públicas para a compra desse tipo de caminhões, estímulos para melhorar a capacidade de produção dessas tecnologias, aumento da autonomia e eficiência das baterias e dos sistemas de recarga, e competitividade econômica dos caminhões elétricos em diferentes aplicações, em comparação com os caminhões com motor a combustão interna (IEA, 2022).

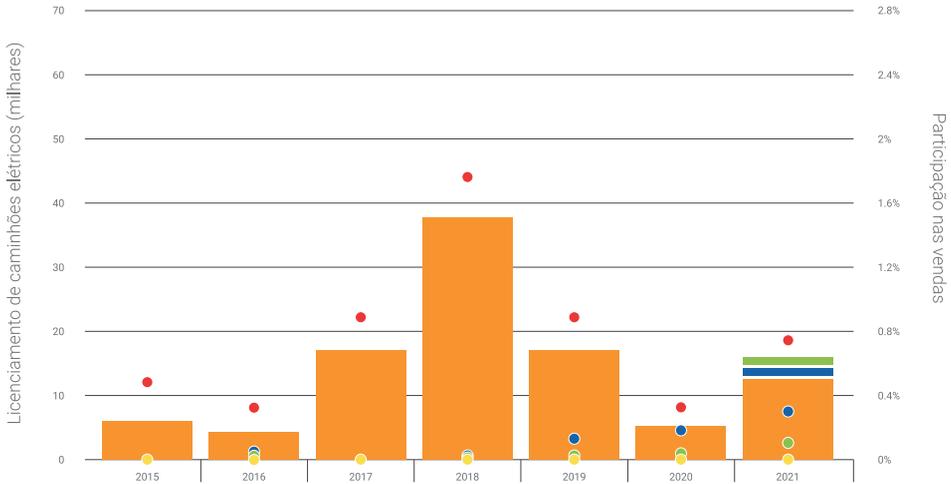


Figura 14 - Vendas de caminhões elétricos e Market-Share das vendas 2015-2021

Fonte: IEA (2022)

Em relação às emissões de CO<sub>2</sub>, o setor transporte ainda é muito dependente dos combustíveis fósseis para todos os tipos de veículos, incluídos os caminhões. Segundo a IEA (2021), embora as emissões de CO<sub>2</sub> do setor transporte caíram mais de 10% durante 2020, devido às restrições de mobilidade por causa da COVID-19 e às mudanças nos padrões de mobilidade, durante 2021 se observou uma recuperação da demanda de transporte e a expectativa é que continue crescendo, principalmente no transporte de passageiros e no transporte de mercadorias (IEA, 2021).

### 2.8.2 Caminhões elétricos para entregas de última milha e estratégias ESG

O transporte de carga e de mercadorias é uma indústria essencial para o desenvolvimento econômico, mas também é uma fonte de emissões de CO<sub>2</sub> e de poluentes locais, principalmente pela alta dependência do diesel e a idade da frota dos caminhões em circulação. Assim, é fundamental implementar políticas e estratégias para descarbonizar os sistemas de transporte de mercadorias, tanto no nível urbano como nas rodovias, onde se tem destaque os caminhões elétricos.

Nesse contexto, vários países da América Latina têm definido metas de eletrificação de caminhões no curto, médio e longo prazo nas suas Estratégias Nacionais de

Mobilidade Elétrica. Por exemplo, o Equador tem a meta de ter entre 1-3% de caminhões elétricos em 2025 e passar para 30-40% em 2040; o Chile tem a meta de ter 100% das vendas de caminhões elétricos para 2045; e a República Dominicana estabeleceu a meta de ter 50% de caminhões elétricos para o ano de 2050. No caso do Brasil, ainda não existe uma meta estabelecida nesse segmento no âmbito nacional.

A adoção de caminhões elétricos se concentra principalmente nas áreas urbanas, já que nesses trajetos a capacidade da bateria pode ser menor, sendo possível otimizar o sistema de carregamento, de maneira semelhante aos ônibus elétricos. Viagens longas, realizadas por caminhões de grande porte, apresentam maiores dificuldades, dada a inexistência de sistemas de carregamento nas estradas (IEA, 2019).

Assim, os esforços da eletrificação de caminhões se concentram em categorias de médio porte, principalmente para entregas urbanas de última milha, considerando uma autonomia média necessária de aproximadamente 250 km.

Nesse contexto, empresas de todos os setores, principalmente aquelas cujo modelo de negócio depende das entregas urbanas, têm definido metas ambiciosas de descarbonização de suas frotas de caminhões, como uma estratégia de ESG (Environmental, Sustainability and Governance), a qual tem como objetivo fazer investimentos em tecnologias verdes, implementar padrões ambientais em toda a cadeia de valor e atingir metas de redução de emissões a nível empresarial. A seguir, apresentam-se duas iniciativas brasileiras relacionadas com caminhões elétricos tanto do lado da oferta como da demanda.

### 2.8.3 Caminhão elétrico e-Delivery da Volkswagen Caminhões e Ônibus Brasil

A empresa Volkswagen Caminhões e Ônibus Brasil tem destaque na América Latina pela fabricação nacional do caminhão elétrico e-Delivery, o qual tem foco na operação urbana e para entregas de última milha. O desenvolvimento desse caminhão elétrico faz parte da estratégia de médio e longo prazo da empresa, que está baseada em conectividade, eletrificação e veículos autônomos.

Uma característica importante do processo de desenvolvimento do caminhão e-Delivery é a criação de parcerias estratégicas entre várias empresas brasileiras e estrangeiras que promovem a eletromobilidade, a qual se denomina “e-Consórcio”. O e-Consórcio é um modelo de negócio que segue a lógica do consórcio modular, em que fornecedores dividem com a VW a responsabilidade pela montagem dos veículos dentro da fábrica, o que permite aumentar a produtividade, o nível de qualidade e

a redução de custos (ELETRA, 2019). Esse modelo de negócio foi desenhado desde a criação da fábrica da VW em Resende, Rio de Janeiro, e é semelhante tanto para veículos a diesel como para veículos elétricos.

A distribuição de responsabilidades entre os integrantes do e-Consórcio se apresenta no Quadro 13.

**Quadro 13 - Empresas do e-Consórcio que participam na fabricação do caminhão elétrico e-Delivery VW Caminhões e Ônibus Brasil**

NOME DA EMPRESA	RESPONSABILIDADE
CATL e Moura	Células para baterias de lítio, montagem da bateria, manutenção, segunda vida e disposição final das baterias.
WEG	Motores elétricos, inversor de tração.
BOSCH	Sistemas de gerenciamento eletrônico.
Semcom	Desenvolvimento da tração elétrica, montagem dos protótipos.
Meritor	Eixos elétricos.
Eletra	Desenvolvimento do chassi e montagem de protótipos.
Siemens	Fornecimento de infraestrutura, carregadores e energia para clientes.

Fonte: adaptado de Automotive Business (2021)

Além disso, em agosto de 2021 foi anunciado a participação das empresas ABB e GD Solar, as quais oferecem soluções de carregamento e fornecimento de energia solar de fontes 100% renováveis. A Siemens e a ABB têm um portfólio de soluções e de serviços de carregamento, que contemplam estações de elevada capacidade energética e soluções inteligentes para o abastecimento de vários veículos em um mesmo local (DIÁRIO DO TRANSPORTE, 2021).

Esse modelo de negócios prevê desde a montagem até a infraestrutura de recarga e gerenciamento de ciclo de vida da bateria dos caminhões elétricos, alavancando o comprometimento de toda a cadeia de fornecedores locais de maneira integrada. Nesse modelo de negócio, o serviço pós-venda é chave, principalmente em relação à manutenção, fornecimento de autopeças e operação dos caminhões elétricos, assim como a infraestrutura de recarga. De fato, a VW oferece um serviço de consultoria com seus clientes sobre as necessidades de implantação de infraestrutura de recarga para ter uma operação com caminhões elétricos e sobre o Custo Total de Propriedade do e-Delivery. Além disso, a consultoria da empresa também presta o serviço de treinamento para os motoristas. Assim, todo o ecossistema que foi criado para a fabricação nacional do e-Delivery é essencial para dar segurança e respaldo aos clientes.

Como acontece com todos os segmentos de veículos elétricos já apresentados, o custo de aquisição de um caminhão elétrico é maior que um caminhão a diesel. A empresa esperava uma queda do preço dos componentes dos VE, principalmente das baterias, para melhorar o TCO entre as duas tecnologias, mas a pandemia da COVID-19 adiou essa queda, além de gerar um desabastecimento mundial de componentes. Na medida que aumente a demanda e a escala de produção desse tipo de tecnologia, espera-se que os preços dos componentes se estabilizem. Contudo, o Custo Total de Propriedade (TCO) entre as duas tecnologias é próximo, principalmente porque esse tipo de caminhão tem menores custos de manutenção e não precisam de combustíveis fósseis, principalmente do diesel.

A primeira venda do e-Delivery no Brasil foi para a empresa AMBEV, a qual fez uma parceria com a VW para o fornecimento de 100 caminhões elétricos, os quais já foram entregues. Além dos clientes nacionais, a Volkswagen tem a perspectiva de exportar o e-Delivery para vários países da América Latina no começo de 2023. Para cada mercado, serão feitas adaptações de acordo com as condições de altitude, malha viária e infraestrutura de recarga.

#### **2.8.4 Caminhões elétricos da empresa AMBEV para o cumprimento da Agenda ESG**

Pelo lado da demanda destas tecnologias, tem destaque a empresa de bebidas AMBEV que, como parte de sua Agenda ESG, contempla a implementação de soluções sustentáveis em sua operação logística. Uma das iniciativas é o Programa de Frota Compartilhada, em parceria com outras empresas, para otimizar as viagens dos caminhões e mitigar, assim, as emissões de CO<sub>2</sub>. No ano 2020, junto com 31 empresas parceiras, foram rodados mais de 2 milhões de km, que evitaram a emissão de 2.700 toneladas de CO<sub>2</sub>, aproximadamente (AMBEV, 2022).

Outras das iniciativas é a parceria com a Volkswagen Caminhões e Ônibus Brasil para a compra de 100 caminhões elétricos do modelo e-Delivery, que foi detalhado na seção anterior. A meta da AMBEV é ter uma frota de 1.600 caminhões e-Delivery até 2023. Com isso, aproximadamente 35% da frota que atende às operações da AMBEV será composta por veículos movidos à energia limpa, deixando de emitir mais de 30,4 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por ano (Figura 15).

Além dos caminhões e-Delivery, a empresa AMBEV fez uma parceria com a JAC Motors do Brasil para o fornecimento de 150 unidades de caminhões elétricos. Ademais, no ano de 2021, a AMBEV fechou outra parceria com a startup de soluções de logística FNM (Fábrica Nacional de Mobilidade) e com a montadora nacional Agrale para a produção de mil veículos elétricos, incluindo caminhões e vans. Esses caminhões de fabricação nacional têm a perspectiva de fabricação para outras empresas e também para exportação (MOBILIZE BRASIL, 2021).



Figura 15 - Caminhão elétrico e-Delivery da empresa AMBEV Brasil

Fonte: AMBEV (2022)

Os caminhões elétricos da AMBEV serão utilizados em 20 cidades de todo o Brasil, incluindo São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Brasília, Natal, Curitiba, Fortaleza e Ilhéus (ISTOÉ DINHEIRO, 2021). No caso dos caminhões do e-Delivery, a fase de testes piloto foi feita em 2018 na cidade de São Paulo num período de 30 dias, nos quais o caminhão percorreu mais de 900 quilômetros e gerou uma redução de 0,7 toneladas de emissões

de CO<sub>2</sub>. Os testes reproduziram as rotas mais comuns feitas pelos caminhões na entrega e distribuição de bebidas da AMBEV. O caminhão foi recarregado com 100% de energia solar fotovoltaica, o que evitou o consumo de 200 litros de diesel (FORBES, 2018).

Em relação à infraestrutura de recarga, a AMBEV está instalando uma infraestrutura de recarga em seus Centros de Distribuição Logística, os quais utilizarão energia limpa, principalmente energia solar fotovoltaica para a recarga dos caminhões elétricos. Isso faz parte do compromisso da empresa de alcançar 100% da eletricidade comprada advinda de fontes renováveis e 25% de redução das emissões na cadeia de valor até 2025 (AMBEV, 2022).

### 2.8.5 Boas práticas e aprendizados

Uma vez analisadas as iniciativas de implementação de caminhões elétricos para entregas de última milha no Brasil, é possível identificar o potencial desse mercado tanto do lado da oferta como da demanda. Pelo lado da oferta, evidencia-se que o Brasil tem todas as capacidades da fabricação nacional dessa tecnologia e que pode atender tanto o mercado interno como o mercado latino-americano, que está demandando veículos elétricos para o transporte de mercadorias, principalmente no espaço urbano. O desenvolvimento desse mercado permitirá fortalecer a indústria nacional, fomentar a criação de novas parcerias, aumentar as capacidades em mobilidade elétrica por parte de empresas nacionais e gerar novos empregos qualificados.

Pelo lado da demanda, destaca-se o compromisso da empresa AMBEV com sua Agenda ESG, que inclui suas operações logísticas e a diminuição das suas emissões em toda a cadeia de valor. Na América Latina, um número importante de empresas de diferentes setores como bebidas, entregas logísticas e de transporte de mercadorias também têm estabelecido compromissos ambientais e climáticos. Nesse contexto, a perspectiva é que a demanda por caminhões elétricos continue crescendo nos próximos anos, não exclusivamente pelos ganhos ambientais, mas também pelos ganhos econômicos derivados da implementação de frotas limpas.

No que tange às políticas públicas, os governos locais deveriam contemplar diferentes estímulos para a inserção de caminhões elétricos nas entregas de última milha no espaço urbano, já que, em conjunto com os outros modais de transporte de zero e baixas emissões, podem contribuir com o cumprimento de compromissos climáticos e com a redução de poluentes locais.

No caso de Brasil, merece destaque o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050 (PlanClima SP), o qual tem como objetivo orientar a ação do governo municipal para incluir a variável climática em seu processo decisório. No Eixo 1 - Rumo

ao carbono zero em 2050, o PlanClima SP tem como meta a redução de 50% das emissões líquidas até 2030 e de 100% até 2050. Para cumprir essas metas, o PlanClima SP propõe ações que visam fomentar a mobilidade ativa e zero emissões e incrementar a adoção de fontes energéticas renováveis em substituição aos combustíveis fósseis no transporte (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2020).

Para o caso específico dos caminhões, a Ação 12 do PlanClima SP contempla, até 2030, instituir uma legislação de fomento à distribuição de carga fracionada com veículos zero emissões dentro do perímetro da cidade (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2020). Sem dúvida, essa iniciativa fomentará a inserção em grande escala de caminhões elétricos e de zero emissões para entregas urbanas e de última milha e estimulará as empresas sediadas no município de São Paulo a incorporar frotas de veículos de zero emissões para suas operações logísticas.

## 2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez analisados os estudos de caso em mobilidade elétrica que estão sendo implementados pelas cidades latino-americanas, evidencia-se a importância da integração dos diferentes modais de transporte para contribuir com a transição para uma mobilidade de baixa emissão na região. Esses modais de transporte incluem o transporte público coletivo por ônibus elétricos, transporte de carga, frotas públicas e transporte ativo, principalmente as bicicletas.

Nas iniciativas selecionadas, foram identificados um conjunto de desafios relacionados com a inserção de veículos elétricos no contexto urbano. O principal desafio é o alto custo de aquisição dos veículos elétricos (em todos os modais) em comparação com os veículos com Motor a Combustão Interna (MCI). Além disso, ainda há muitas incertezas em relação ao desempenho dos veículos elétricos, o que gera insegurança operacional, principalmente em relação à autonomia, rede de infraestrutura de recarga, custos de manutenção, ciclo de vida da bateria e sua disposição final, entre outros.

Para superar esses desafios comuns, os estudos de caso permitiram identificar boas práticas e aprendizados que poderiam adaptar-se e servir de exemplo para outras cidades latino-americanas interessadas em iniciar seu processo de transição para uma mobilidade urbana de baixa emissão. Uma das principais boas práticas é pensar e criar novos modelos de negócio para viabilizar a incorporação desses modais. No caso dos ônibus elétricos a bateria, tanto em Santiago de Chile como em Bogotá, o modelo de negócio implementado dividia o custo de aquisição dos ônibus elétricos (CAPEX) do custo de operar os ônibus (OPEX), o que permitiu viabilizar o custo inicial da compra dos ônibus e estimulou a entrada de novos atores.

No caso da implementação da Frota de VE para a Guarda Civil Municipal de São José dos Campos, foi feito um contrato de aluguel dos VE, o que gerou um melhor custo-benefício para a Prefeitura, tanto pelos ganhos econômicos como pelos benefícios ambientais para toda a população.

Em relação aos sistemas de bicicletas compartilhadas, o caso da Tembici em Bogotá criou um modelo de negócio associado à exploração da publicidade para garantir a viabilidade e sustentabilidade do sistema no longo prazo. Por sua vez, a implementação das Bicicletas Elétricas compartilhadas de Poços de Caldas, embora num primeiro momento não contemple um novo modelo de negócio, permitirá que tanto estudantes, professores, visitantes e a população geral tenham uma primeira aproximação com a mobilidade elétrica e possam experimentar esse modal de transporte ativo e limpo no município.

No que tange ao caso do caminhão elétrico e-Delivery da empresa Volkswagen Caminhões e Ônibus, foi possível identificar que o Brasil tem capacidades para a produção nacional desses veículos e a importância da criação de parcerias estratégicas entre empresas brasileiras e estrangeiras para promover a eletromobilidade. Pelo lado da demanda, empresas como a Cervejeira AMBEV estão liderando a incorporação de frotas elétricas e de baixa emissão para cumprir com sua Agenda ESG, mas também pelos ganhos econômicos dessas tecnologias na operação logística e de última milha no contexto urbano.

Na implementação desses modais de transporte de baixa emissão, as cidades são chaves para promover essa transição, já que concentram uma grande porcentagem da população, o que gera graves impactos no meio ambiente, na qualidade do ar e na mobilidade urbana. Além disso, os governos locais conhecem melhor as problemáticas das cidades e têm toda a autonomia para estabelecer políticas e mecanismos para organizar o sistema de transporte terrestre e direcionar mudanças nos sistemas de mobilidade urbana, baseados no uso intensivo de combustíveis fósseis. Assim, as cidades se convertem em laboratórios para o fomento desse tipo de tecnologia, onde é necessário levar em conta suas características específicas e os benefícios associados ao meio ambiente, saúde, mobilidade urbana, além dos ganhos econômicos (BERMÚDEZ, 2018).

Nesse contexto, também foi evidenciada a importância do estabelecimento de políticas públicas para o estímulo à mobilidade elétrica e de baixa emissão, tanto no âmbito nacional como local. A articulação dessas políticas e dos diferentes instrumentos para a promoção de modais de transporte de baixa emissão deve definir metas de curto, médio e longo prazo e dos atores responsáveis pela sua implementação.

## 2.10 RELAÇÃO COM A AGENDA 2030 E INDICADORES LOCAIS

Finalmente, para cumprir com o objetivo deste Guia relacionado com a disseminação de tecnologias emergentes nas cidades de América Latina, nesta etapa é aplicada a metodologia GTT, apresentada no Capítulo 1, para classificação da correlação entre a implementação de tecnologias de mobilidade de baixa emissão com a Agenda 2030. O resultado pode ser observado no Quadro 14, no qual se destacam os ODS e suas respectivas metas, classificados como relação forte ou média com este grupo tecnológico. Aqueles ODS com relação classificada como fraca não constam no Quadro 14.

Constata-se que este grupo tecnológico apresenta relação forte com o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), principalmente no que se trata das metas que abrangem a expansão do transporte público e a qualidade do ar nas cidades; e o ODS 13 (Ação contra mudança global do clima), com foco em medidas e políticas de mitigação de mudança do clima. O ODS 3 (Saúde e bem-estar), ODS 7 (Energia limpa e acessível), ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), ODS 12 (Crescimento e produção responsáveis) e ODS 17 (Parcerias e meios de implementação) foram classificados com relação média, ou seja, os impactos são majoritariamente indiretos e dependerão de como são delineadas as políticas, modelos de negócio e ações nas quais estão inseridas tais tecnologias. Esse é o caso, por exemplo, das metas de avanço da industrialização, da criação de novos postos de emprego, da racionalização de subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis e do maior uso de energia limpa, que podem estar relacionados à eletromobilidade. A princípio, quanto mais metas estiverem relacionadas à implementação de determinada tecnologia, maiores os impactos locais e maiores os benefícios para a população.

Também deve ser destacado que este grupo tecnológico apresenta alguns desafios que podem impactar negativamente alguns ODS e que devem ser contemplados, tanto em políticas públicas, como em modelo de negócios. Dentre os mais evidentes, estão o descarte das baterias elétricas e a reciclabilidade de seus componentes, o aumento da demanda de energia elétrica para abastecer os veículos elétricos, que deve ser prioritariamente limpa e renovável, e questões relacionadas ao planejamento urbano, no qual devem ser priorizados o transporte coletivo e o transporte não motorizado.

Quadro 14 - Metas específicas dos ODS associados às iniciativas de mobilidade de baixa emissão

ODS	METAS ESPECÍFICAS
 <p><b>1</b> ERRADICAR A POBREZA</p>	<p>1.2 Reduzir a proporção de pessoas que <b>vivem na pobreza, em todas as suas dimensões</b>;</p> <p>1.4 Garantir que todas as pessoas, particularmente os pobres e vulneráveis, <b>tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos</b>, recursos naturais e novas tecnologias apropriadas.</p>
 <p><b>3</b> SAÚDE DE QUALIDADE</p>	<p>3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o <b>número de mortes e doenças</b> por produtos químicos perigosos, contaminação e <b>poluição do ar</b> e água do solo.</p>
 <p><b>7</b> ENERGIAS RENOVÁVEIS E ACESSÍVEIS</p>	<p>7.2 Aumentar a participação de <b>energias renováveis na matriz energética</b> global.</p> <p>7.3 Aumentar a <b>eficiência energética</b>.</p> <p>7.a Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à <b>pesquisa e investimentos em infraestrutura de tecnologias de energia limpa</b>.</p>
 <p><b>8</b> TRABALHO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO</p>	<p>8.2 Aumentar a <b>produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação</b>, inclusive com foco em setores de alto valor agregado e daqueles intensivos em mão de obra.</p> <p>8.3 <b>Promover políticas</b> para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, <b>geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação</b>.</p> <p>8.4 Melhorar a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para <b>dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental</b>.</p>



9.2 Promover a industrialização inclusiva e sustentável e **aumentar a participação da indústria no setor de emprego e no PIB.**

9.4 **Modernizar as indústrias para torná-las sustentáveis, com maior eficiência no uso de recursos.**

9.5 Fortalecer a **pesquisa científica e melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais.**

9.b **Apoiar o desenvolvimento tecnológico e garantir um ambiente político propício** para a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities.



11.2 Proporcionar o acesso aos transportes seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, promovendo a **expansão dos transportes públicos para todos.**

11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial **atenção à qualidade do ar e gestão de resíduos municipais.**

11.b **Aumentar** o número de cidades implementando políticas e planos integrados para **mitigação e adaptação às mudanças climáticas.**



12.c **Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis**, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado e refletindo seus impactos ambientais, tendo em conta porém os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento e de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas.



13.2 Integrar **medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.**

13.3 **Melhorar a educação, aumentar a conscientização** e a capacidade humana e **institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.**

13.b Promover a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, com **foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.**



17.6 **Melhorar a cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e triangular regional e internacional** e o compartilhamento de conhecimentos.

17.7 Promover a **disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas**.

17.11 **Aumentar a participação global das exportações** dos países em desenvolvimento.

17.14 Aumentar a coerência das **políticas para o desenvolvimento sustentável**.

17.17 **Promover parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil eficazes**.

Classificação de impactos das tecnologias



Fonte: elaboração própria a partir de ONU Brasil (2022)

Seguindo a metodologia do GTT e, de forma complementar à pesquisa das melhores práticas apresentadas ao longo deste capítulo, é apresentado no Quadro 15 iniciativas e projetos em mobilidade de baixa emissão, bem como indicadores correlatos resultantes do mapeamento referenciado no Capítulo 1 deste estudo. Assim, dentre as iniciativas/projetos que podem ser implementados nas cidades latino-americanas no âmbito da mobilidade urbana de baixa emissão e que contribuem para o alcance da Agenda 2030, através do avanço nos ODS destacados no Quadro 14, estão os planos de eficiência energética em transportes públicos, a construção de ciclovias e a política de gestão de congestionamento. Para medir os resultados localmente, pode-se utilizar indicadores como: percentual de ônibus que fazem uso de energia renovável (%), participação do viário da cidade com vias dedicadas aos ciclistas (%) e tempo médio da moradia ao local de trabalho (h).

## Quadro 15 - Proposta de iniciativas, projetos e indicadores para o cumprimento dos ODS associados à mobilidade urbana de baixa-emissão nas cidades

INICIATIVAS/PROJETOS	INDICADORES PROPOSTOS PARA AS CIDADES
<p>Implementação de ciclofaixas.</p>	<p>Percentual de viagens em modos não motorizados (bicicleta e a pé) em relação ao total de viagens (todos os modos) (%).</p>
<p>Compartilhamento de bicicletas.</p>	<p>Viário da cidade com vias dedicadas aos ciclistas (%).</p>
<p>Implementação e aprimoramento da infraestrutura urbana destinada aos pedestres.</p>	<p>Orçamento do município destinado à mobilidade urbana (%).</p>
<p>Políticas de gestão de congestionamento. Exemplo: pedágio urbano.</p>	<p>Nível de conforto e qualidade do serviço público de transporte percebidos.</p>
<p>Adaptação do transporte coletivo para pessoas deficientes ou de mobilidade reduzida.</p>	<p>Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (%).</p>
<p>Realização de pesquisas de satisfação e sugestões a respeito do transporte público.</p>	<p>Peso da tarifa de transporte público no orçamento mensal dos(as) cidadãos(ãs) (%).</p>
<p>Plano de Eficiência Energética e energias renováveis em transportes públicos.</p>	<p>Transporte público por ônibus com energia de fontes renováveis (%)</p>
<p>Implementação de coleta de informações de consumo e de operação da frota de serviço público.</p>	<p>Índice de Qualidade do Transporte (IQT).</p>
<p>Desenvolver estudo para avaliar programa de estímulos para aumento de eficiência energética e transição energética para veículos de carga e logística.</p>	<p>Velocidade operacional média do transporte coletivo - pico tarde (em km/h).</p> <p>Proximidade de transporte público.</p> <p>Capilaridade do transporte público (%).</p>
<p>Atualização da legislação urbanística para garantir que os novos empreendimentos ou edificações com grandes reformas incluam equipamentos de recarga elétrica para veículos.</p>	<p>Frota de ônibus com acessibilidade para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (%).</p> <p>Viário da cidade com infraestrutura dedicada aos ônibus (corredores de ônibus e faixas exclusivas) (%).</p>
<p>Implementação de programa de estímulo à comerciantes, shoppings e supermercados para implementação de estações de recarga para veículos elétricos.</p>	<p>Número de passageiros transportados pelo serviço de transporte especial com veículos adaptados para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida do Município (unid.).</p>

**Desenvolvimento de regulamentação para permissão de compartilhamento de veículos de zero e/ou baixas emissões.**

**Implementação de frota de veículos compartilhados de baixa emissão.**

**Realizar os estudos técnicos para avaliar o estímulo para táxis e empresas de transporte por aplicativo adotarem frota de veículos de zero e/ou baixas emissões.**

Tempo médio gasto da moradia ao local de trabalho (h).

Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado.

Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços municipais de compartilhamento de bicicletas por 100 000 habitantes.

Porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão.

Percentual de dias com a qualidade do ar classificada como boa (em %).

Qualidade do ar (número de dias do ano acima das recomendações da OMS. Por exemplo:  $MP_{2,5}$ ,  $MP_{10}$ ,  $NO_2$ , entre outros).

---

Fonte: Adaptado a partir de: ABNT (2020), PREFEITURA DE SÃO PAULO (2020), PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2021), ITU (2022), PCS (2022), PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (2022)

Ainda cabe enfatizar que as metas apresentadas no Quadro 9 são uma diretriz global e que podem e devem ser adaptadas ao contexto de cada cidade. Da mesma forma, os indicadores apresentados são exemplos mapeados em normas e acordos nacionais e internacionais, que devem ser implementados de acordo com as estatísticas disponíveis e objetivos a serem alcançados.

Este capítulo possibilita uma visão ampla e rica em detalhes sobre a implementação de tecnologias de mobilidade urbana de baixa emissão nas cidades latino-americanas, disponibilizando insumos tanto para empresas privadas, quanto para os entes públicos e aos cidadãos em prol de um futuro mais sustentável para região. No Capítulo 3, é feita a mesma abordagem considerando o grupo tecnológico de energias renováveis.

## REFERÊNCIAS

- ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Distrito presentó la Política Pública de la Bicicleta. 2022. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/presentacion-politica-publica-de-la-bicicleta>. Acesso em: 11/08/2022.
- ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Nueva edición de la convocatoria Más mujeres en el sector transporte. 2022ª. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/mujer/nueva-edicion-de-la-convocatoria-mas-mujeres-en-el-sector-transporte>. Acesso em: 28/08/2022.
- ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Bogotá: 1.061 buses eléctricos y el patio más grande de Latinoamérica. 2022b. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/bogota-1061-buses-electricos-y-el-patio-mas-grande-de-latinoamerica>. Acesso em: 04/08/2022.
- ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Bogotá inauguró patio de buses eléctricos más grande de América Latina. 2022c. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/bogota-inauguro-patio-de-buses-electricos-mas-grande-de-america-latina>. Acesso em: 28/08/2022.
- ALCALDÍA DE BOGOTÁ; SECRETARIA DE MOVILIDAD. Encuesta de Movilidad 2019. Disponível em: [https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216\\_presentacion\\_encuesta\\_v2.pdf](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216_presentacion_encuesta_v2.pdf). Acesso em: 10/08/2022.
- AMBEV. Sustentabilidade com a operação logística. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/ESG/operacaologistica/>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- ANEEL. Agência abre Chamada de P&D Estratégico sobre Mobilidade Elétrica Eficiente. 2019. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset\\_publisher/zXQRÉz8EVIZ6/content/agencia-abre-chamada-de-p-d-estrategico-sobre-mobilidade-eletrica-eficiente/656877?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQRÉz8EVIZ6/content/agencia-abre-chamada-de-p-d-estrategico-sobre-mobilidade-eletrica-eficiente/656877?inheritRedirect=false). Acesso em: 05/07/2019.
- AUTOMOTIVE BUSINESS. e-Consórcio viabiliza a produção de caminhões e ônibus elétricos no País. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/noticia/32822/e-consorcio-viabiliza-a-producao-de-caminhoes-e-onibus-eletricos-no-pais>. Acesso em: 23/06/2021.
- BANCO MUNDIAL. Desarrollo urbano: Panorama general. Disponível em: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>. Acesso em: 03/08/2022.
- BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, v. 15, n. 2, p. 73–80, 2008.
- BERMÚDEZ, T. Transiciones Socio-Técnicas hacia una Movilidad de Bajo Carbono: Un análisis del Nicho de los Buses de Baja Emisión para el Caso de Brasil, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/333639>. Acesso em: 11/08/2022.
- BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO) et al. Guía para la estructuración de sistemas de bicicletas compartidas. Guía para la estructuración de sistemas de bicicletas compartidas. [s.l.: s.n.].
- BRASIL. Lei Nº 9.991 de 24 de julho de 2000. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9991-24-julho-2000-359823-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 30/08/2021.
- C40 CITIES FINANCE FACILITY (CFF) et al. Guía de Sistema de Bicicletas Compartidas. Planeación, implementación y operación de sistemas de bicicletas de uso público en Colombia y la Región. [s.l.: s.n.].

CENTRO MARIO MOLINA; ICCT (THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION); ZEBRA ALLIANCE. Costo Total de Propiedad: Buses eléctricos en el nuevo modelo de negocios del transporte público de Santiago de Chile. [s.l.: s.n.].

COMISIÓN EUROPEA; MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA; UNIVERSIDAD EAFIT. Estrategia Nacional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial (ENMA). [s.l.: s.n.].

CONCEJO DE BOGOTÁ. Proyecto de Acuerdo 127 de 2021. Por medio del cual se impulsa la movilidad sostenible y la electrificación de la flota de transporte público para enfrentar la emergencia climática en Bogotá D.C. Disponible em: [https://concejodebogota.gov.co/cbogota/site/artic/20210105/asocfile/20210105184416/edici\\_n\\_3127\\_pa\\_127\\_129\\_pd\\_de\\_2021.pdf](https://concejodebogota.gov.co/cbogota/site/artic/20210105/asocfile/20210105184416/edici_n_3127_pa_127_129_pd_de_2021.pdf). Acesso em: 11/08/2022.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1964/2019. Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. Disponible em: [https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY\\_1964\\_DEL\\_11\\_DE\\_JULIO\\_DE\\_2019.pdf](https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY_1964_DEL_11_DE_JULIO_DE_2019.pdf). Acesso em: 13/07/2021.

CONSONI, F. L.; BERMÚDEZ -RODRÍGUEZ, T. A mobilidade elétrica como meio para avançar na promoção da cidadania e dos direitos humanos. In: Primerio Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica. Brasil: Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica, 2021.

DANE (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA). Censo Nacional de Población y Vivienda. 2018. Disponible em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/donde-estamos>. Acesso em: 21/09/2021.

DIÁRIO DO TRANSPORTE. Novas empresas integram e-Consórcio da VWCO para consultoria especializada em mobilidade elétrica. 2021. Disponible em: [https://diariodotransporte.com.br/2021/08/26/novas-empresas-integram-e-consorcio-da-vwco-para-consultoria-especializada-em-mobilidade-eletrica/amp?\\_twitter\\_impression=true](https://diariodotransporte.com.br/2021/08/26/novas-empresas-integram-e-consorcio-da-vwco-para-consultoria-especializada-em-mobilidade-eletrica/amp?_twitter_impression=true). Acesso em: 29/08/2021.

DJIK, M.; ORSATO, R. J.; KEMP, R. The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, v. 52, p. 135–145, 2013.

DME POÇOS DE CALDAS. Quem Somos. 2022. Disponible em: <http://www.dme-pc.com.br/institucional/quem-somos>. Acesso em: 07/08/2022.

ELETRA. Volks Caminhões e Ônibus anuncia e-Consórcio com participação da Eletra. 2019. Disponible em: <https://www.eletrabus.com.br/2019/10/13/volks-caminhoes-e-onibus-anuncia-e-consorcio-com-participacao-da-eletra/>. Acesso em: 12/04/2020.

FORBES. Ambev e Volkswagen concluem caminhão elétrico. 2022. Disponible em: <https://forbes.com.br/negocios/2018/11/ambv-e-volkswagen-concluem-caminhao-eletrico/>. Acesso em: 29/08/2022.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, v. 31, n. 8–9, p. 1257–1274, 2002.

GEELS, F. W. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, v. 24, p. 471–482, 2012.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFÍA E ESTATÍSTICA). Poços de Caldas (MG) | Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/pocos-de-caldas.html>. Acesso em: 07/08/2022.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFÍA E ESTATÍSTICA). São Paulo | Cidades e Estados. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>. Acesso em: 18/04/2022.

IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global EV Outlook 2019 Scaling-up the transitions to electric mobility, 2019. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>. Acesso em: 22/09/2021.

INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS DE CHILE). SÍNTESIS DE RESULTADOS CENSO 2017. Disponível em: [https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicación-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06\\_6](https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicación-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06_6). Acesso em: 22/09/2021.

INRIX. Global Traffic Scorecard | INRIX Global Traffic Rankings 2021. Disponível em: <https://inrix.com/scorecard/>. Acesso em: 30/06/2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Tracking Transport 2021 – Analysis. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2021>. Acesso em: 12/08/2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Global EV Outlook 2022 Securing supplies for an electric future, 2022.

IQAIR. World Air Quality Report 2021 Region & City PM 2,5 Ranking. Disponível em: <https://www.iqair.com/world-air-quality-ranking>. Acesso em: 12/08/2022.

ISTOÉ DINHEIRO. Ambev compra 150 caminhões elétricos da JAC Motors. 2022. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/ambev-compra-150-caminhoes/>. Acesso em: 12/08/2022.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE; MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA; MINISTERIO DE TRANSPORTE. Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Colombia, 2019.

MINISTERIO DE ENERGÍA; MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES; MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos Santiago de Chile, 2018. Disponível em: [http://www.minenergia.cl/archivos\\_bajar/2018/electromovilidad/estrategia\\_electromovilidad-27dic.pdf](http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf). Acesso em: 20/11/2018

MOBILIZE BRASIL. Ambev faz acordo com startup e montadora para ter mil veículos elétricos. 2022. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/12457/ambev-faz-acordo-com-startup-e-montadora-para-ter-mil-veiculos-eletricos.html>. Acesso em: 29/08/2022.

NYKVIST, B.; WHITMARSH, L. A multi-level analysis of sustainable mobility transitions: Niche development in the UK and Sweden. Technological Forecasting and Social Change, v. 75, n. 9, p. 1373–1387, 2008.

ONU BRASIL. Documentos Temáticos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Brasil. Brasília: [s.n.]. Disponível em: [http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/Documentos Temáticos - ODS 6, ODS 7, ODS 11, ODS 12 e ODS 15.pdf](http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/Documentos%20Temáticos%20-%20ODS%206,%20ODS%207,%20ODS%2011,%20ODS%2012%20e%20ODS%2015.pdf). Acesso em: 17/10/2018.

PARQUE TECNOLÓGICO SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Institucional - Parque Tecnológico São José dos Campos. 2022. Disponível em: <https://pqtec.org.br/institucional/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050, 2020. Disponível em: [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) Acesso em: 07/08/2022.

PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS. Portal do Desenvolvimento Econômico. Disponível em: [https://pocosdecaldas.mg.gov.br/painel-desenvolvimento/ver\\_noticia.php?cod=4](https://pocosdecaldas.mg.gov.br/painel-desenvolvimento/ver_noticia.php?cod=4). Acesso em: 07/08/2022.

PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS. Poços de Caldas inaugura eletroposto de recarga rápida autossuficiente. 2022. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/noticias/pocos-de-caldas-inaugura-eletroposto-de-recarga-rapida-autossuficiente/>. Acesso em: 12/08/2022.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Frota elétrica da GCM gera economia de R\$ 2,5 milhões. 2022. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2021/julho/05/frota-eletrica-da-gcm-gera-economia-de-r-2-5-milhoes/>. Acesso em: 12/08/2022.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. São José é certificada a primeira Cidade Inteligente do Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2022/marco/16/sao-jose-e-certificada-a-primeira-cidade-inteligente-do-brasil/>. Acesso em: 10/04/2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Lei No. 9.684 de 28 de março de 2018. Disponível em: <https://servicos2.sjc.sp.gov.br/legislacao/Leis/2018/9684.pdf>. Acesso em: 10/04/2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS; SECRETARIA DE TRANSPORTE SJC. Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Campos-PlanMob SJC. Disponível em: [https://servicos2.sjc.sp.gov.br/media/528054/anexo1\\_planoestrategico.pdf](https://servicos2.sjc.sp.gov.br/media/528054/anexo1_planoestrategico.pdf). Acesso em: 10/04/2022.

RED METROPOLITANA DE MOVILIDAD. ¿Qué es Red? - Red Metropolitana de Movilidad. Disponível em: <https://www.red.cl/acerca-de-red/que-es-red/>. Acesso em: 30/06/2022.

RUNT (REGISTRO ÚNICO NACIONAL DE TRÁNSITO). Balance del Sector Tránsito y Transporte en Colombia. Disponível em: <https://www.runt.com.co/sites/default/files/BALANCE 2021.pdf>. Acesso em: 30/06/2022.

SACHS, J. D. et al. Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. Nature Sustainability, 2019.

TRANSMILENIO. Estadísticas de oferta y demanda del Sistema Integrado de Transporte Público SITP. 2022. Disponível em: <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/149180/estadisticas-de-oferta-y-demanda-del-sistema-integrado-de-transporte-publico-sitp/>. Acesso em: 30/06/2022.

UNITED NATIONS. Sustainable Development Goals. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 09/09/2022.

WORLD BANK. Latin America Clean Bus in LAC. Lessons from Chile's Experience with E-mobility. 2020.

# CAPITULO 03

---



## **Camila Ortolan F. O. Cervone**

Mestre e Doutoranda em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Desenvolve pesquisa e consultoria em energia, mudanças climáticas e biodiversidade.



## **Arnaldo Cesar da Silva Walter**

Professor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Docente na Faculdade de Engenharia Mecânica. Desenvolve pesquisas com foco em energia, mudanças climáticas e sustentabilidade.

# **ENERGIAS RENOVÁVEIS E SEUS PAPEIS EM CONTEXTOS SELECIONADOS:**

ALTERNATIVAS À DESCARBONIZAÇÃO  
E DESCENTRALIZAÇÃO/  
INDEPENDÊNCIA ENERGÉTICA

### 3.1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais precisamos de energia e, ao mesmo tempo, a mudança do clima requer uma diminuição drástica nas emissões de gases de efeito estufa. A mudança do clima global é um dos maiores problemas que a humanidade enfrenta atualmente. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), aproximadamente dois terços das emissões globais de gases de efeito estufa podem ser atribuídas ao CO<sub>2</sub> da combustão de combustíveis fósseis e de processos industriais (IPCC, 2022).

A energia está no centro da emergência climática e, portanto, deve estar no centro da solução. A transição rápida e ampla para energia renovável será essencial para atingir as metas de redução de emissões estabelecidas pelo Acordo de Paris. As metas estabelecidas na Agenda 2030 das Nações Unidas e no Acordo de Paris podem servir de bússola para nos manter no caminho certo. Elas podem ajudar a garantir que as soluções de curto prazo adotadas diante da COVID-19 estejam alinhadas com os objetivos climáticos e de desenvolvimento de médio e longo prazo (IRENA, 2020).

O relatório global “Renewables Outlook” da Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA) descreve o potencial para que as emissões caiam para 70% menos do que o nível de hoje nas próximas três décadas, e até atinjam zero até 2060. O relatório também mostra que o investimento em um sistema de energia adequado para o século 21 pode aumentar os empregos no setor renovável para 42 milhões até 2050. É uma meta ambiciosa, mas alcançável se os recursos forem mobilizados e as políticas iniciadas em um nível compatível com o desafio.

Garantir que as temperaturas globais parem de subir exigirá que, no início da segunda metade deste século, as emissões líquidas cheguem a zero. Serão necessárias medidas de mitigação adicionais, conforme descrito na Perspectiva de Descarbonização Profunda da IRENA, que destaca o importante papel das tecnologias emergentes na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes da produção de energia, transporte, processos industriais e resíduos (IRENA, 2020).

Nesse contexto, novos desafios vêm sendo impostos ao aproveitamento das energias renováveis, diante do cenário da transição energética mundial mencionado. Dentre eles, destaca-se o hidrogênio verde - esse tópico será abordado adiante neste capítulo - que irá promover expressiva ampliação do mercado das energias renováveis nos próximos anos.

A América Latina vem se desenvolvendo no âmbito das energias renováveis (Figura 16), apesar das adversidades enfrentadas pelos diferentes países que

a compõem. Para colaborar com o desenvolvimento energético da região, foi criada a “REnovables in Latin America and the Caribbean” (RELAC) no final de 2019, no âmbito da Cúpula de Ação Climática das Nações Unidas. A RELAC é uma iniciativa regional com 15 países membros (a única iniciativa do gênero no contexto da América Latina e do Caribe). Pela primeira vez, um grupo de países da região concorda voluntariamente em promover as energias renováveis com: (1) um objetivo concreto; (2) um esquema de monitoramento; e (3) uma estrutura operacional projetada para apoiar os países no processo.

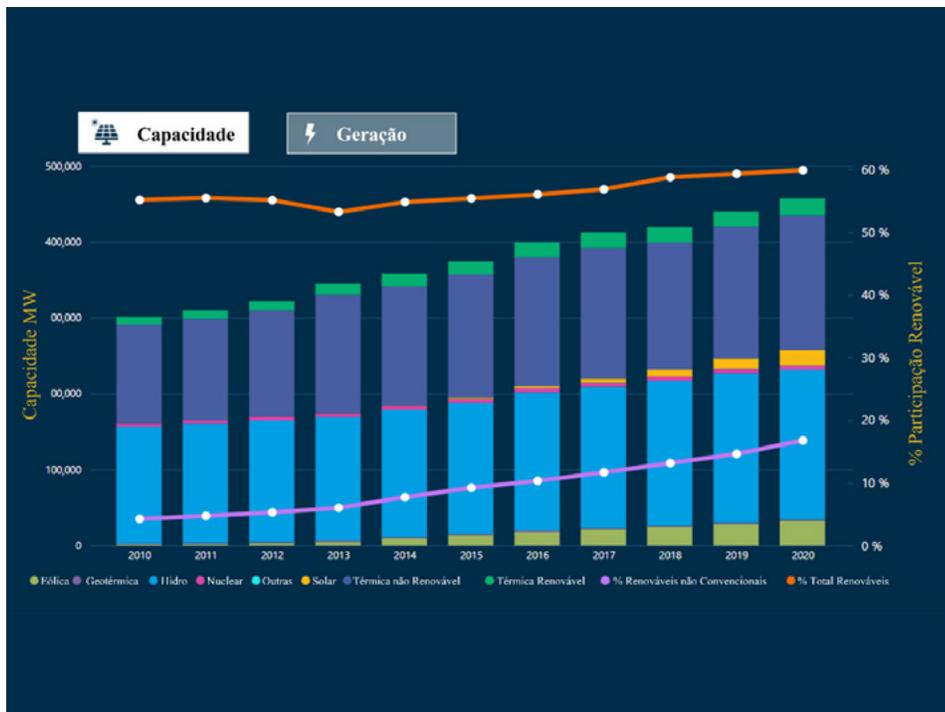


Figura 16 - Evolução das Energias Renováveis na América Latina

Fonte: Adaptado de RELAC (2022).

Assim, a RELAC visa acelerar a neutralidade de carbono dos sistemas elétricos na região da América Latina e Caribe (ALC), melhorando a resiliência, competitividade e sustentabilidade do setor, gerando empregos verdes e mais sustentabilidade, melhorando a qualidade do ar e melhorando os efeitos na saúde dos cidadãos da América Latina como um todo. Tendo como ponto de partida o ano de 2019, a meta é

atingir pelo menos 70% de penetração de energia renovável na América Latina e no Caribe até 2030 (Figura 17).

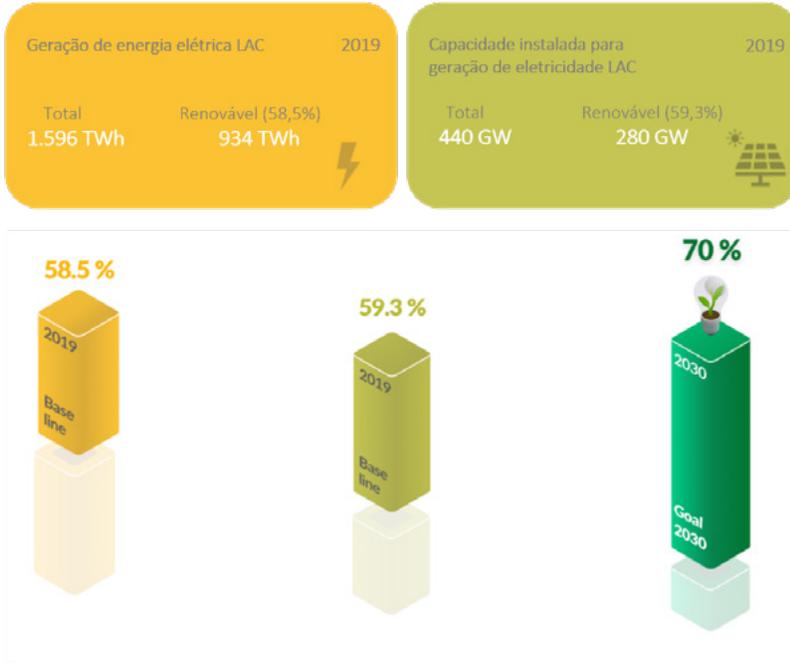


Figura 17 - Meta específica de crescimento das Energias Renováveis para a América Latina  
 Fonte: Adaptado de RELAC (2022)

Financiamento ainda é uma das questões mais cruciais e controversas no que tange à transição energética. Para alcançar a transição, o investimento deve aumentar significativamente, muito além do nível esperado pelas políticas atuais. Até o momento, a tendência de investimento em energias renováveis tem sido positiva: aumentou oito vezes entre 2004 e 2017, quando foi avaliado em US\$ 280 bilhões. No entanto, é necessário um crescimento adicional significativo. Em 2016, cerca de três quartos de todo o investimento em energia renovável ocorreu na China, Europa Ocidental e em países da América que fazem parte da OCDE, e cerca de 90% desse investimento veio de fontes privadas nesses países. Em outras regiões, o financiamento público é responsável por uma proporção muito maior das energias renováveis: 41% na África Subsaariana, 49% na América Latina e Caribe, e 24% no sul da Ásia (IRENA, 2018).

A região tem um potencial significativo para implementar energias renováveis. Algumas sub-regiões têm altos níveis de radiação solar, enquanto outras têm ventos fortes. É necessário entender as experiências de diferentes países ao longo da última década para continuar instalando energias renováveis a preços competitivos e de maneira que se alcance a tão necessária transição energética.

O setor de energia está passando por uma revolução tecnológica e digital, que vem resultando em uma explosão de dados em volumes nunca imaginados, crescendo exponencialmente em uma velocidade extraordinária. Esses dados são a base para a criação de políticas públicas eficazes, servindo como ponto de partida para novos modelos de negócios, auxiliando em processos decisórios, detectando tendências, economizando custos e tempo, respondendo aos problemas atuais e, em última análise, potencializando a inovação no setor.

Para que se possa cumprir as metas estabelecidas no Acordo de Paris, é muito importante que haja trabalho colaborativo entre os países da América Latina, além de reunir, organizar e analisar os dados disponíveis, identificando-se lacunas de conhecimento. Neste capítulo, trazemos informações sobre a penetração e desenvolvimento das energias renováveis em diferentes países e regiões da América Latina, como uma maneira de promover e facilitar futuras colaborações entre os países da região.

Na América Latina e no Caribe, atualmente, há muita informação sobre energia, porém essa informação está dispersa, incompleta, desatualizada e, em alguns casos, de difícil acesso. Isso dificulta a formulação de ações de inovação, sustentabilidade e tomada de decisões efetivas para a promoção do setor na região e, em última instância, a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Este capítulo trará casos relevantes da América Latina relacionados a importantes fontes de energia renovável, como (1) solar fotovoltaica, (2) eólica, (3) hidrogênio verde e, (4) resíduos. Vamos analisar alguns casos relevantes e sua contribuição para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 das Nações Unidas, com o objetivo de possibilitar maior intercâmbio de experiências regionais e incentivar a integração regional, garantindo o acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos.

### 3.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O desenvolvimento humano atual está intimamente relacionado à energia elétrica. Avançar para o aumento da energia limpa e sustentável é fundamental para proteger a saúde humana e promover populações mais saudáveis, especialmente em áreas remotas e rurais. O sétimo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 7), das

Nações Unidas (ONU), visa garantir o acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos. No entanto, comunidades situadas em localidades remotas que apresentam dificuldades de acesso à rede de energia elétrica e, mesmo aquelas que possuem acesso, sofrem com a precariedade de manutenção dessa rede. Os moradores dessas comunidades dependem da energia elétrica para satisfazer suas necessidades básicas e para melhorar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) desses municípios.

O Brasil ainda tem cerca de um milhão de pessoas sem nenhum acesso à energia elétrica - e 990 mil estão na Amazônia Legal. O Amazonas é o maior estado do Brasil e enfrenta enormes dificuldades de acesso à energia elétrica por parte da população que vive no interior do estado, devido ao seu isolamento em relação a Manaus. O estado tem área geográfica de 1.559.159,148 km<sup>2</sup> e sua população é de 4.001.667 habitantes, com 2,57 habitantes/m<sup>2</sup>.

Lançado há quase 20 anos, o Programa Luz Para Todos conseguiu levar eletricidade para 14 milhões de pessoas de todo o país, mas as comunidades remotas da região da Amazônia Legal ficaram desassistidas (IEMA, 2021). Portanto, a fase mais recente do programa está focada na Amazônia. Sem eletricidade e iluminação, a população luta para refrigerar sua comida, recarregar seus telefones, estudar ou trabalhar após o pôr do sol.

Em janeiro de 2021, o Governo Federal lançou o programa “Mais Luz para a Amazônia” (MLA), com o objetivo de levar energia limpa e renovável a 70 mil famílias que vivem em áreas remotas da Amazônia Legal (alinhado com o ODS 7). Com a chegada da eletricidade, espera-se diminuir a vulnerabilidade social e econômica, melhorando o bem-estar da população - que são, em sua maioria, ribeirinhos, indígenas e quilombolas - fortalecendo o exercício da cidadania e promovendo o desenvolvimento social e econômico dessas comunidades residentes em regiões remotas dos estados que compõem a Amazônia Legal: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão, e que ainda não têm acesso a esse serviço público (MME 2021; IEA et al., 2021).

O Programa visa aumentar a renda familiar dessas comunidades que vivem essencialmente da pesca, da produção de farinha e da extração de castanhas e frutas oriundas da Floresta Amazônica e, assim, melhorar a qualidade de vida delas. Além da melhora da qualidade de vida da população local, o acesso à eletricidade irá proporcionar a construção de postos de saúde, escolas e outras ações que possuem como premissa básica a disponibilidade de energia elétrica.

Segundo o Art. 3º, o Programa Mais Luz para a Amazônia (Figura 18) vigorará até 31 de dezembro de 2022, com possibilidade de prorrogação até a conclusão da universalização do acesso à energia elétrica nas regiões remotas dos estados da Amazônia Legal, e prevê

tanto a ligação de comunidades que ainda não têm acesso à energia elétrica como a substituição de geradores a diesel ou a gasolina, que eram a única fonte de energia elétrica de muitas famílias que vivem nessas regiões remotas, contribuindo, assim, para a redução da emissão de gases de efeito estufa e incentivo do uso sustentável dos recursos da Floresta Amazônica. Apesar de considerar várias opções de tecnologias, como por exemplo biomassa, eólica, solar, hídrica, o MME escolheu a utilização principalmente de sistemas fotovoltaicos para a realização do Programa (MME, 2020). No âmbito ambiental, a iniciativa vai reduzir o consumo de combustível fóssil, auxiliar na fixação das comunidades tradicionais e na preservação ambiental e contribuir no cumprimento dos compromissos do Brasil nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU (MME, 2021).

Até o final da primeira fase do Programa, em setembro de 2021, foram investidos R\$ 361 milhões para levar energia a municípios da Ilha do Marajó – Pará (Figura 18), sendo R\$ 325 milhões do Governo Federal. Está em andamento, também, a instalação de 9.000 sistemas de geração fotovoltaica em comunidades isoladas de três dos 16 municípios do arquipélago do Marajó. São eles: municípios de Curralinho, Portel e Melgaço, e está em andamento a análise dos programas de obras para levar energia para famílias que moram em áreas remotas nos estados do Amazonas, Maranhão e Rondônia. Os investimentos serão realizados pelo Ministério de Minas e Energia (MME), por meio do Programa Mais Luz para a Amazônia, que se integrou ao programa Abraço o Marajó, coordenado pelo Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos (MMFDH).



Figura 18 - Cliente Mais Luz para Amazônia

Fonte: Energisa juntos (2022)

A geração centralizada ganha impulso a partir de leilões centralizados. Já a geração distribuída abrange a instalação de sistemas solares fotovoltaicos em telhados e fachadas de edifícios residenciais, comerciais, industriais e públicos. Segundo dados do Plano Decenal de Expansão de Energia, lançado no início de abril de 2022, o governo prevê um crescimento de 363% da geração distribuída até 2031. Em março deste, o país ultrapassou a marca de 10 gigawatts (GW) de potência instalada de geração distribuída (dez vezes mais do que há apenas três anos, sendo 99% de energia solar). No entanto, apenas 6% estão na região Norte (MME/EPE, 2022).

Na modalidade de geração distribuída, inclui-se o caso da Amazônia. A geração distribuída de energia solar na Amazônia (produzida pelos próprios consumidores) é, atualmente, a opção mais adequada e de melhor viabilidade econômica. Esse sistema não apenas evita emissões de gases do efeito estufa como também reduz os riscos de desmatamento, pois a energia é gerada perto do local de consumo e requer uma infraestrutura de menor impacto.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, AdT Amazônia Brasileira, 2022) aprovou operação que permitirá ao consumidor de energia da Região Norte do Brasil, principalmente da Amazônia, substituir seus geradores a diesel por usinas fotovoltaicas. É um projeto piloto inovador, que promoverá a aceleração da geração solar distribuída na Região Norte do país, na qual existem problemas de fornecimento de energia e cerca de 250 sistemas isolados que utilizam a geração térmica a diesel para fornecimento de energia elétrica.

O banco adquiriu 95% dos R\$ 60 milhões em debêntures verdes<sup>1</sup> emitidas pela Amazônia Solar Companhia Securitizadora de Créditos Financeiro. São linhas de financiamento com prazo de 20 anos, incluindo cinco anos de carência para início da amortização, podendo, a depender do caso, ser qualificado a “fundo perdido”<sup>2</sup>.

A operação permitirá o financiamento de cerca de 1.600 projetos num prazo de até 150 meses para a instalação de sistemas solares fotovoltaicos em residências e empresas localizadas na região. Esta é a primeira vez que o BNDES atua nesse formato. O volume total estimado de carbono evitado é da ordem de 30.500 tCO<sub>2</sub>eq em 15 anos (equivalente à emissão de 1.017 veículos por ano).

Do ponto de vista do desenvolvimento social e econômico regional, serão gerados novos empregos e renda para a Região Norte, sobretudo para os instaladores locais dos sistemas fotovoltaicos.

<sup>1</sup> As debêntures são caracterizadas como “verdes”, com base nas diretrizes do Green Bond Principles, emitidas pela International Capital Market Association (ICMA), conforme desempenho socioambiental avaliado por consultoria especializada em parecer independente (BNDES, 2022).

<sup>2</sup> Fundo perdido é o termo amplamente utilizado para referir-se a Subvenção Econômica, que é o ato onde o Governo Federal/estadual/Municipal ou Instituições Privadas dão recursos financeiros para empresas ou pessoas físicas, sem que seja necessário reembolso do recurso.

### 3.2.1 Planejamento, implementação e barreiras

O Decreto nº 10.221/2020 que cria o MLA diz em seu Art. 1º, § 4º que: “O Ministério de Minas e Energia articulará, com os demais Ministérios e com outros órgãos e entidades que julgar conveniente, a implementação de ações de desenvolvimento socioeconômico para as quais seja necessária a disponibilidade do serviço público da energia elétrica”. Um estudo elaborado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA, 2021) avaliou experiências anteriores de geração descentralizada na Amazônia e também indicou que a eletrificação precisa ser parte de um conjunto de ações interligadas, com objetivo de desenvolvimento da comunidade local. Portanto, faz-se necessária a integração com políticas de desenvolvimento, assim como indicado no decreto nº 10.221/2020.

As distribuidoras no Norte do Brasil já têm alguma experiência com projetos de geração descentralizada a partir de fontes de energia renováveis. No entanto, não se pode afirmar com certeza que estão preparados para atender a um programa efetivo de universalização da energia elétrica em áreas remotas, especialmente se contempladas as demandas produtivas.

### 3.2.2 O Caso de Vila Limeira - a primeira comunidade 100% solar do sul do Amazonas

Um exemplo interessante que mostra a eficácia da instalação de sistemas fotovoltaicos em regiões remotas da Amazônia Legal é o de Vila Limeira, na Reserva Extrativista Médio Purus (Figura 19), que foi criada em 8 de maio de 2008 e congrega populações ribeirinhas e comunidades indígenas, somando ao todo cerca de 92 comunidades. Vila Limeira está localizada em Lábrea - por onde avança a nova fronteira do desmatamento da região - e é uma das 251 localidades do Brasil não conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e que, portanto, requer uma geração independente de energia. A Reserva Extrativista do Médio Purus tem por objetivo proteger os meios de vida e garantir a utilização e a conservação dos recursos naturais renováveis tradicionalmente utilizados pelas comunidades incidentes na sua área de abrangência. As principais atividades econômicas da Reserva Extrativista do Médio Purus estão relacionadas ao uso tradicional da copaíba, urucurí, castanha, seringa, andiroba, açaí, bacaba e da pesca sustentável de várias espécies (Unidades de Conservação no Brasil, 2022).



Figura 19 - Reserva Extrativista do Médio Purus/AM.

Fonte: ICMBio

A comunidade foi fundada na década de 1950, mas até recentemente usufruía de apenas três horas de energia elétrica por dia. Ela era fornecida por um gerador a diesel, que consumia 300 litros de combustível e custava R\$ 2 mil por mês. Apesar da proximidade com grandes hidrelétricas construídas em rios amazônicos na última década, essa energia produzida não supre a região e é distribuída pelo país. Áreas extensas do Amazonas, Acre, Pará, Rondônia e Roraima precisam de infraestrutura para serem conectados ao sistema nacional. Nesses locais, mais de 90% da energia gerada vem do diesel, que é mais caro e poluente.

O projeto Vila Limeira 100% Solar (Figura 20) surgiu numa iniciativa conjunta da Apavil (Associação dos Produtores Agroextrativistas da Assembleia de Deus da Vila Limeira) e do WWF-Brasil (com apoio da Fundação Mott e autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). A pandemia atrasou o lançamento do projeto de 2020 para agosto de 2022.

Em 2021, o projeto Vila Limeira 100% Solar conectou 35 unidades (entre centro comunitário, casas, igreja e escola) a uma pequena usina de geração de energia solar, transformando a comunidade de 80 habitantes na primeira do sul do Amazonas a ter energia renovável 24 horas por dia, o que serviu para tirar sua comunidade do isolamento.



Figura 20 - Vista aérea da planta solar em construção, em Vila Limeira

Fonte: WWF-Brasil (2021)

Como na Vila Limeira a maioria das atividades produtivas, assim como todas as casas, a escola e o centro comunitário, são muito próximas, optou-se por um sistema MIGDI (Microsistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica), que é uma mini rede off grid. O sistema foi projetado com banco de baterias de lítio (durabilidade de 15 anos) e medidores individuais nas unidades consumidoras. Saber quanto de energia é gerado e controlar o consumo é fundamental para a sustentabilidade do sistema e bem-estar de todos. Portanto, a comunidade (Figura 21) - além de participar de todo o processo, desde o início do projeto até a instalação final - foi responsável pelas obras físicas de estrutura e foi treinada na instalação para dar manutenção básica ao sistema, além de monitorar remotamente a geração, o consumo e o carregamento de baterias. Agora os moradores locais não precisam mais ir até o rio lavar roupas e louça e terão tempo para outras atividades, para o lazer e para a educação (WWF, 2021). Na semana da instalação, iniciou-se a primeira turma de Educação de Jovens e Adultos, com aulas noturnas. E agora, os jovens da comunidade já sonham em fazer cursos, talvez até faculdade, por ensino à distância.



Figura 21 - Moradores da Vila Limeira que construíram estrutura para rede e foram capacitados para sua utilização

Fonte: WWF-Brasil (2021)

Fica cada vez mais claro que a energia solar é uma alternativa sustentável para a Amazônia, embora a expansão de sua infraestrutura ocorra a passos lentos, com números quase insignificantes. Nesse contexto, a utilização de energia solar fotovoltaica (Figura 22) na referida comunidade de Vila Limeira mostra-se técnica e economicamente viável, o que reduziria os impactos ambientais e os valores das faturas de energia elétrica dos consumidores locais.



Figura 22 - Painéis fotovoltaicos da minirrede instalada de Vila Limeira

Fonte: WWF-Brasil (2021)

Outra energia renovável que tem um papel fundamental na busca pelo desenvolvimento sustentável e transição energética é a energia eólica, que será abordada a seguir.

### 3.3 ENERGIA EÓLICA

Há um claro entendimento sobre o papel da energia eólica na corrida para alcançar a meta do Acordo de Paris de 1,5°C para diminuir o aquecimento global. Também está claro que, para isso, é fundamental se criar um ambiente que impulse a inovação para se poder aproveitar cada oportunidade de atingir a totalidade do potencial da energia eólica. O avanço tecnológico é considerado, ainda, um dos principais facilitadores da transição energética. Um dos fatores fundamentais de mudança são as tecnologias offshore flutuantes, que estão prontas para decolar e, em breve, trarão a tecnologia eólica para dezenas de novas bacias marítimas.

Juntamente com a inovação no fornecimento de energia, o planejamento de rede e o dimensionamento são fundamentais para o alcance das metas do Acordo de Paris. Os investimentos também devem ser direcionados para redes inteligentes, transmissão e distribuição, bem como em armazenamento de energia, infraestruturas para a integração da energia e disponibilização de energia renovável para os usuários (GWEC, 2022).

O investimento em rede precisa aumentar em todas as regiões do mundo. Para alcançar um caminho bem abaixo de 2°C em 2050, a IRENA pediu, pelo menos, US\$ 15 bilhões em investimentos anuais em redes elétricas e flexibilidade do sistema da América Latina e Caribe. Apesar da necessidade de investimento ser significativa, estudos mostram que os países seriam mais do que compensados pela economia de importações de combustíveis fósseis e subsídios (GWEC, 2022).

A América Latina vem apresentando um bom desempenho em termos de crescimento eólico. Em 2018, havia 3,7 GW instalados de energia eólica onshore na região, sendo 51% pelo Brasil, 25% pelo México e 13% pela Argentina. No total, há cerca de 26 GW de energia eólica onshore instalada na América Latina, sendo 57% no Brasil e 19% no México. A Figura 23 apresenta a evolução da energia eólica na América Latina de 2010 até 2020.

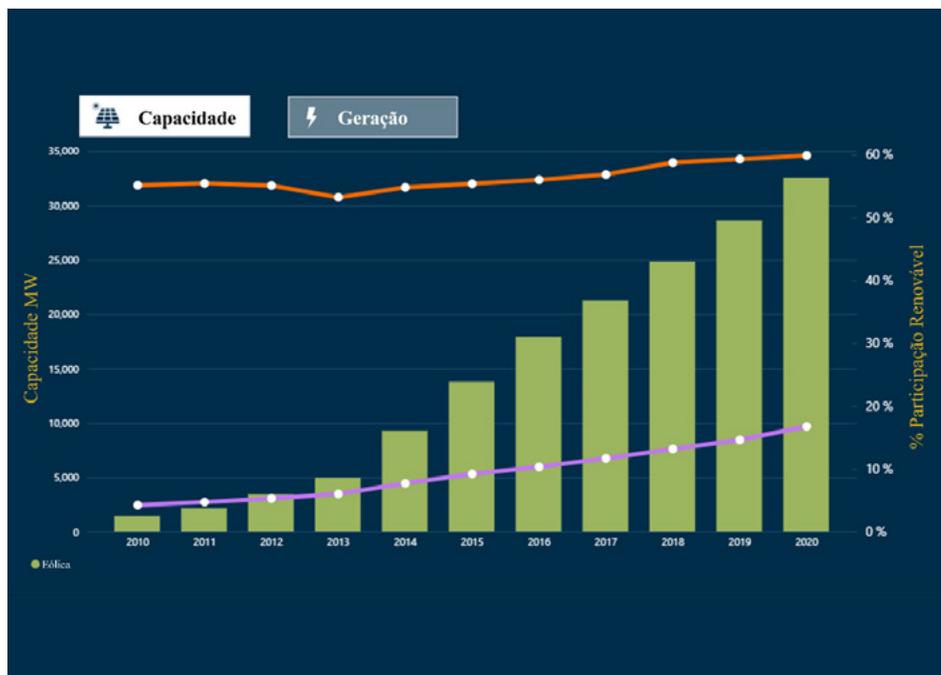


Figura 23 - Evolução da Energia Eólica na América Latina

Fonte: Adaptado de RELAC (2022)

Segundo a rede “REnovables in Latin America and the Caribbean”, a RELAC, a América Latina está, atualmente, enfrentando uma desaceleração por conta de desafios políticos que surgiram em diferentes mercados, tornando os padrões de crescimento desiguais em toda a região, especialmente em mercados de alto potencial, como México e Argentina.

Os mercados emergentes e economias em desenvolvimento também podem procurar leilões de transmissão de energia para mobilizar financiamento da iniciativa privada para construir, operar e manter uma linha de transmissão e/ou subestação. Tais licitações são comuns na América Latina – por exemplo, o Peru organizou 18 licitações de transmissão de 1998 a 2017, enquanto o Brasil organizou 38 concursos de 1999 a 2015 (GWEC, 2022).

A América Latina, África e Oriente Médio tiveram um ano recorde em novas instalações em 2021 com seu mercado global, com participação atingindo 6% e 2%, respectivamente, enquanto as outras regiões permaneceram nas mesmas posições que o ano anterior (Figura 24).

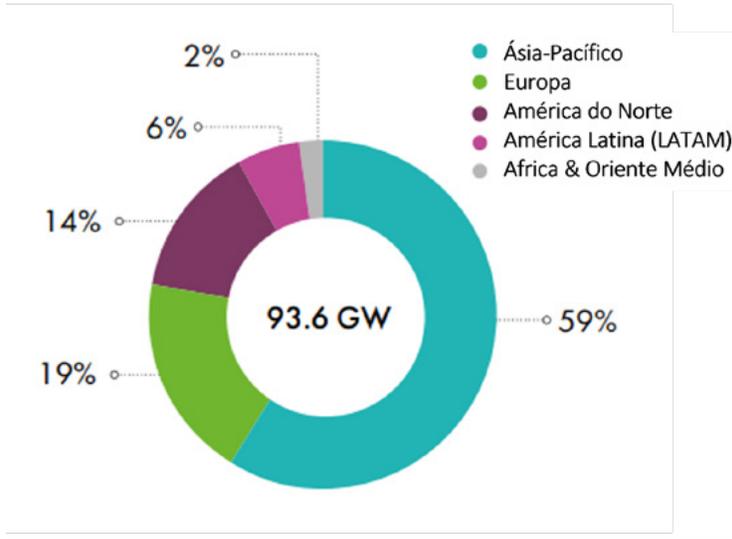


Figura 24 - Nova capacidade de energia eólica em 2021 por região

Fonte: GWEC (2022)

Os cinco maiores mercados do mundo em 2021 para novas instalações foram China, Estados Unidos, Brasil, Vietnã e o Reino Unido. Esses cinco mercados combinados representavam 75,1% das instalações globais no ano passado, coletivamente 5,5% abaixo de 2020, principalmente devido à China e aos EUA perdendo um mercado combinado de 10% de participação em relação à 2020 (GWEC, 2022).

### 3.3.1 Energia eólica no Brasil

A energia eólica apresentou um crescimento virtuoso no Brasil na última década e deixou de ser uma fonte alternativa complementar para ter um papel fundamental na matriz elétrica brasileira. Os ventos, hoje, já são a segunda fonte da matriz elétrica brasileira, com mais de 10% de participação, e é esperado para o futuro próximo que novas tecnologias impulsionem as eólicas offshore (produzida através de parques eólicos no mar), como já é o caso das eólicas onshore (gerada através dos aerogeradores instalados em terra) (ABEEólica, 2021).

O principal fator de sucesso da energia eólica são os ventos do Brasil, pois, para produzir energia eólica, são necessários bons ventos, ou seja, com a intensidade certa, sem mudanças bruscas de velocidade ou de direção e ventos estáveis. Assim, os bons ventos brasileiros resultam em uma capacidade que é praticamente o dobro da média mundial. Outro fator que explica o eficiente desenvolvimento da energia eólica no Brasil é o seu grande potencial: estimamos que o Brasil tenha, em terra, um potencial de mais de 700 GW (ABEEólica, 2021).

Outro importante fator deste crescimento virtuoso da energia eólica no Brasil está relacionado ao rápido desenvolvimento de uma cadeia produtiva local de forma eficiente. O desenvolvimento da eólica no Brasil já acumula um investimento de mais de US\$ 42 bilhões nos últimos 11 anos. Começou-se com índice de nacionalização próximo de 60% e, por fim, já se tem fabricação, em território nacional, de 80% de um aerogerador - conforme regras de financiamento do Programa FINAME do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (MME/EPE, 2022).

Em 2021, o Brasil subiu uma posição no ranking mundial de capacidade eólica acumulada, elaborado pelo GWEC (Global Wind Energy Council). No ranking que contabiliza especificamente a nova capacidade instalada no ano, o Brasil aparece em terceiro lugar pelo segundo ano consecutivo (Figura 25).

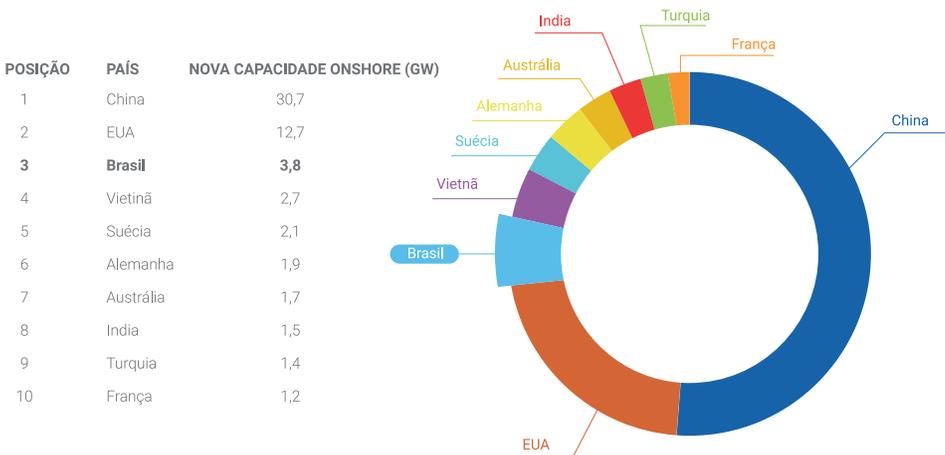


Figura 25 - Ranking da nova capacidade instalada de eólica onshore em 2021

Fonte: Global Wind Report 2022 (GWEC)

A expansão indicativa encontrada no relatório do PDE 2031 tem predominância das fontes renováveis eólica e solar fotovoltaica para o atendimento de energia (com complementação de usinas termelétricas sem geração compulsória para o suprimento

de potência), mantendo, assim, a tendência que vem sendo apontada nos ciclos anteriores de que ambas têm se mostrado economicamente muito competitivas, comparadas às demais tecnologias candidatas à expansão no Brasil (MME/EPE, 2022).

Segundo a ABEEólica - Associação Brasileira de Energia Eólica (Figura 26), em 2021, foram instalados 7,5 GW de potência (considerando todas as fontes de geração de energia elétrica), sendo a eólica a fonte que mais cresceu - representando 50,91% da nova capacidade instalada no ano. Segundo o estudo, a segunda fonte que mais cresceu foi a solar fotovoltaica, com 17,95% da nova capacidade. Com a nova capacidade eólica instalada em 2021, a energia eólica atingiu uma participação de 11,8% na matriz elétrica brasileira (ABEEólica, 2021).

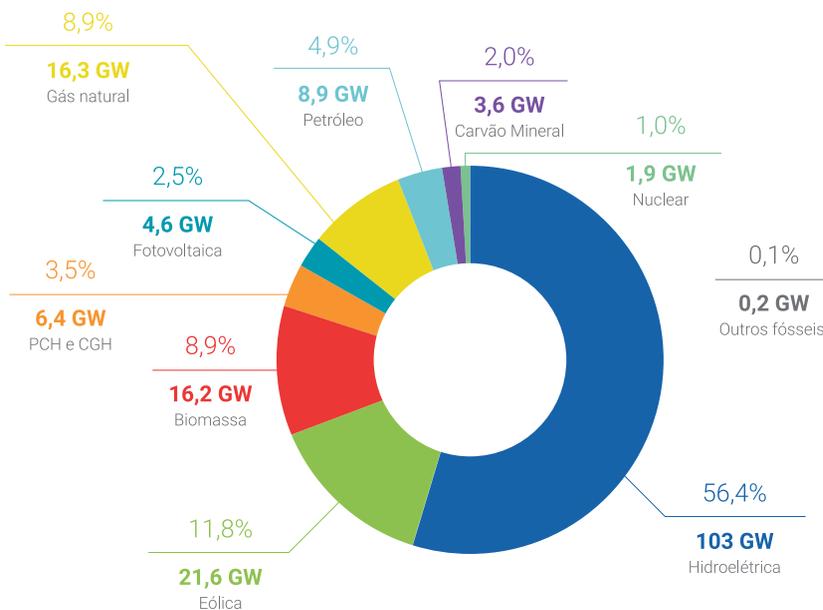


Figura 26 - Matriz Elétrica Brasileira

Fonte: ANEEL/ABEEólica (2021)

O ano de 2021 no Brasil foi considerado um ano recorde de instalações de nova capacidade eólica. No total, foram instalados 110 novos parques eólicos, somando 3,83 GW de capacidade (Figura 27). Somente 1 parque de 10 MW foi revogado. Foram 795 usinas e 21,57 GW de potência eólica instalada no ano de 2021, representando um crescimento de 21,53% de potência em relação a dezembro de 2020. Assim, na média de toda a geração injetada no Sistema Interligado Nacional (SIN), a energia eólica foi

responsável por 12,18% do total de 2021. No segundo semestre - período de melhores ventos - a representatividade da eólica aumentou e teve seu ápice em agosto, com 16,77% da geração do SIN (ABEEólica, 2021).

ESTADO	SOMA DE POTÊNCIA (MW)	NÚMERO DE PARQUES
RN	1691	42
BA	1073	33
PB	471	15
PI	281	8
CE	210	9
PE	99	2
SC	4	1
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>3830</b>	<b>110</b>

Figura 27 - Estados com novos parques em 2021

Fonte: ANEEL/ABEEólica (2021)

O SIN brasileiro é composto por quatro subsistemas: Nordeste, Norte, Sudeste/Centro-Oeste e Sul. A divisão destes não é a mesma que a estabelecida geograficamente. No caso das eólicas, o que estiver representado no subsistema Norte é o que está localizado no Maranhão. A Figura 28 mostra que o subsistema Nordeste possui geração muito próxima à geração total do sistema e, em 2021, esse valor foi de 88,7%. Os cinco estados com maior geração no ano de 2021 foram Rio Grande do Norte (21,23 TWh), Bahia (21,15 TWh), Piauí (9,10 TWh), Ceará (7,91 TWh) e Rio Grande do Sul (5,63 TWh) (ABEEólica, 2021, MME/EPE, 2022).

É importante ressaltar a complementaridade dos recursos eólicos com grande parte dos recursos hidráulicos do Brasil, pois os ventos são mais fortes durante o período seco do ano. Na região Nordeste, por exemplo, esse comportamento é observado em todas as suas sub-regiões eólicas.

Região	2020		2021		% de crescimento
	Geração (Twh)	Representatividade	Geração (Twh)	Representatividade	
Sudeste	0,1	0%	0,1	0,1%	4%
Sul	6,3	12%	0,1	8,7%	2%
Nordeste	47,0	86%	0,6	88,7%	34%
Norte	1,5	3%	1,8	2,5%	17%
Total	54,9	100%	71,2	100,0%	30%

**Figura 28 - Geração e representatividade da fonte eólica**

Fonte: ANEEL/ABEEólica (2021)

O ano de 2021 também foi marcado fortemente pelas discussões sobre os efeitos do aquecimento global. As instalações de energia eólica precisam aumentar quatro vezes os níveis atuais para que a fonte possa fazer seu papel de ajudar os países a atingir o net zero até 2050. Porém, as projeções que temos hoje de crescimento dessa fonte oferecem menos da metade do necessário (MME/EPE, 2022, GWEC, 2022).

O grande desafio do Brasil é gerenciar a abundância para produção de energia, tirar de cada uma das fontes o melhor possível, protegendo a natureza e trazendo retornos sociais e econômicos para a sociedade. Nossa responsabilidade, quando pensamos nas discussões internacionais sobre aquecimento global, é enorme, dentro do âmbito de energias renováveis. Por não termos de gerenciar escassez de recursos naturais limpos - como tantos países que precisaram investir bilhões em políticas de desenvolvimento de renováveis - temos uma oportunidade no processo de transição energética, de maneira a gerar desenvolvimento econômico e social por meio da distribuição de renda, da inclusão e da diminuição das desigualdades econômicas e sociais.

### 3.4 HIDROGÊNIO VERDE

#### 3.4.1 Produção de hidrogênio e de combustíveis sintéticos no Ceará e Chile

“Transição energética” é uma expressão de uso recorrente nos últimos anos, que, simplificada, indica o desejo de transformar os sistemas energéticos de sua base histórica, na qual as fontes fósseis são largamente dominantes, para outra na qual prevaleceriam - e, no limite, apenas elas existiriam - fontes que não liberam, ou pouco liberam, gases de efeito estufa (GEE). O principal objetivo é, evidentemente, mitigar as emissões que resultam no aquecimento global, mas também oferecer novas oportunidades para o desenvolvimento econômico sustentável, para a inclusão social,

para o aumento da segurança energética, para a criação de empregos e, também, para viabilizar outros benefícios sociais (UNITED NATIONS, 2021).

Estima-se que cerca de três quartos das emissões antropogênicas<sup>3</sup> de GEE são devidas às cadeias energéticas, principalmente associadas à queima de combustíveis fósseis. Para que haja chances razoáveis de que a temperatura média da Terra não supere 1,5°C neste século, as emissões líquidas em sistemas energéticos devem ser reduzidas a zero em 2050 (net-zero emissions). Para que os custos dessa mitigação não sejam muito altos, é preciso que as emissões atinjam o seu pico imediatamente, com queda contínua e acentuada a partir de então. Não é isso o que tem acontecido, pois a retomada econômica após o pico da pandemia da COVID-19 tem resultado no aumento das emissões (IEA, 2022).

Nesse contexto, o hidrogênio é considerado um vetor essencial nos cenários mais agressivos de mitigação das emissões de GEE, ou seja, naqueles em que o limite de 1,5°C ainda é possível, devendo contribuir com cerca de 10% da necessária redução de emissões em 2050, que no total é estimada em 36,9 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>) (IRENA, 2022). Em 2018, a produção dedicada de hidrogênio puro foi avaliada como próxima a 70 milhões de toneladas por ano (Mt/ano) (IRENA, 2019), mas essa deverá chegar a 614 Mt em 2050 (IRENA, 2022). Uma das rotas de produção sustentável de hidrogênio é por hidrólise da água, o que requer que a fonte de geração de eletricidade seja renovável (ver próxima subseção). Em 2021, a capacidade instalada de eletrolizadores foi estimada em 0,5 GW, devendo chegar a 350 GW já em 2030 para que a contribuição estimada do hidrogênio, em 2050, seja factível (IRENA, 2022).

Em 2019, antes da pandemia de COVID-19, a produção de hidrogênio de baixo carbono estava limitada a três projetos-piloto na Argentina, Chile e Costa Rica. Em 2021, onze países na América Latina publicaram ou estão preparando estratégias e roteiros nacionais para o hidrogênio: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Paraguai, Trinidad e Tobago e Uruguai. E 25 projetos de hidrogênio de baixo carbono estavam nos estágios iniciais de desenvolvimento.

O Chile, Brasil e Uruguai estão posicionados para se tornarem os primeiros exportadores de hidrogênio verde da América Latina, seguidos pela Colômbia, no médio prazo, e Peru, no longo prazo. O Chile tem a ambição de produzir e exportar o hidrogênio mais competitivo do mundo a partir de eletricidade renovável até 2030, e muitos países da América Latina compartilham as condições que podem tornar a região uma líder global na produção de hidrogênio de baixo carbono. Assim,

<sup>3</sup> Referem-se às ações causadas diretamente pelo ser humano, diferente daquelas ações naturais no planeta, sem interferência humana.

escolhemos dois dos principais estudos de caso na América Latina para ilustrar o desenvolvimento do hidrogênio verde na região. Nesta seção, são descritos planos e projetos visando a produção de hidrogênio verde, em larga escala, no Brasil (Ceará) e no Chile.

Além de atender à demanda interna, o hidrogênio poderia ser exportado. O hidrogênio poderia ser usado para o armazenamento de energia, como combustível (por exemplo, na indústria), em sistemas de transportes (com o emprego de células a combustível), na produção de combustíveis sintéticos (quimicamente similares à gasolina, óleo diesel e querosene de aviação, por exemplo), e na produção de materiais. Na próxima subseção, são apresentadas informações sobre rotas de produção de hidrogênio e tecnologias que viabilizam seu uso. Na subseção seguinte, são apresentadas informações sobre os planos para que o Ceará, com destaque da cidade de Pecém, seja um polo de produção de hidrogênio, enquanto na sequência são apresentadas informações similares para os planos chilenos. A análise de como a alternativa pode contribuir para o atendimento das metas do desenvolvimento sustentável é o próximo item, e, finalmente, são apresentadas as conclusões sobre este tema.

### 3.4.2 Produção de hidrogênio e tecnologias para seu uso

Atualmente, o hidrogênio é em grande parte consumido no refino do petróleo (em processos que requerem hidrogenação) e na produção de fertilizantes (como amônia), e praticamente toda a produção deriva de gás natural (chamado hidrogênio cinza) e de carvão mineral (chamado hidrogênio marrom), resultando significativas emissões de CO<sub>2</sub> (BARTLETT e KRUPNICK, 2020); a Agência Internacional de Energia (IEA) estima que as emissões de GEE na produção de hidrogênio somam 830 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano (MtCO<sub>2</sub>/ano) (IEA, 2019).

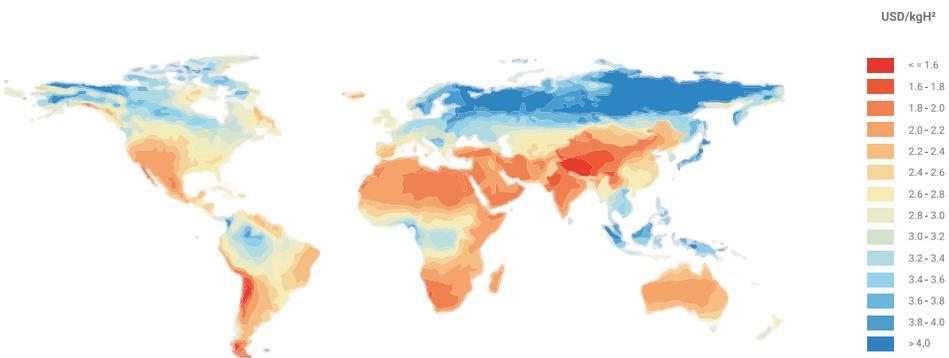
O que é chamado de hidrogênio verde é aquele que seria produzido sem emissões de gases de efeito estufa, e a produção por eletrólise da água é o processo mais citado. Para tanto, a fonte de eletricidade teria de ser renovável (são usualmente citados sistemas eólicos e solares fotovoltaicos), e o consumo d'água deveria ocorrer sem impacto humano e para os ecossistemas (usualmente, o que é considerado é uso de água do mar) (IEA, 2019). No Brasil, a produção a partir da reforma de etanol é considerada sustentável (GIZ, 2021), mas em outros países há questionamentos a respeito.

Nas rotas de produção de hidrogênio mencionadas acima, que hoje resultam na produção de hidrogênio marrom ou cinza, se houver captura, utilização e/ou armazenamento de carbono (CCUS - Carbon Capture, Utilization and Storage), tem-

se o chamado hidrogênio azul. Como a captura não é de todo carbono, e ainda restam as emissões fugitivas da cadeia, ainda haverá emissões de GEE (GIZ, 2021).

O processo de produção de hidrogênio por eletrólise da água é comercial, mas os custos ainda são altos. Uma estimativa recente é que os custos de produção por eletrólise da água são 2-3 vezes maiores do que os de produção a partir de gás natural, em sistemas com captura e armazenamento de CO<sub>2</sub> (IRENA, 2020). Em 2018, esses custos foram estimados entre 1,4 e 2,4 US\$/kg de H<sub>2</sub>, no Oriente Médio e na China, respectivamente. Sem captura de carbono, os custos de produção são inferiores a 2,4 US\$/kg de H<sub>2</sub> no Oriente Médio. Os custos de produção a partir de gás natural são muito impactados por seus preços de mercado (IEA, 2019).

Estima-se que os custos de produção a partir de eletricidade renovável podem cair 30% até 2030, por conta de ganhos de eficiência, e dos efeitos de aprendizado e de escala, tanto na geração de eletricidade quanto na produção de hidrogênio (IEA, 2019). Mas esses custos precisam cair ainda mais significativamente até 2050. Na Figura 29, é apresentada a estimativa dos custos de produção de hidrogênio por eletrólise, em 2050, a partir de energia eólica ou solar fotovoltaica. Pode-se ver que, mesmo em um futuro relativamente distante, em poucos locais, os custos de produção de hidrogênio verde poderão ser mais baixos do que os atuais custos a partir de gás natural. Como o custo da eletricidade será fator determinante, os locais em que a eletricidade renovável puder ser gerada com menor custo, desde que haja grande disponibilidade de água, serão os mais adequados. Um detalhado estudo de alternativas e perspectivas de redução dos custos de produção de hidrogênio verde é apresentado pela IRENA (2020).



**Figura 29 - Distribuição dos custos estimados de produção de hidrogênio verde, a partir de energia eólica ou solar fotovoltaica, em 2050**

Fonte: IEA (2022)

O hidrogênio pode ser usado no armazenamento da eletricidade gerada por fontes renováveis com alta variabilidade, como eólica e solar, e dessa forma pode contribuir significativamente para a expansão dessas formas de geração. Estima-se que o armazenamento poderá ser economicamente viável em períodos que variam entre dias a meses. Nesses casos, a conversão de hidrogênio em eletricidade pode ser, por exemplo, em células a combustível.

O consumo industrial de hidrogênio é também considerado de grande potencial e, em particular, é almejado o uso em larga escala na produção de aço e cimento. Outra aplicação desejada é a partir da injeção em gasodutos que transportam gás natural (por exemplo, menciona-se 5%), o que permitirá a redução das emissões de GEE (IEA, 2019).

Nos transportes, o hidrogênio poderia ser usado em navios (armazenado, por exemplo, como amônia) e no transporte rodoviário. O uso de hidrogênio ocorreria em células a combustível e, ao fim, a tração seria elétrica. Embora seja possível o uso em veículos leves, entende-se que será mais promissor o uso de hidrogênio em caminhões, por conta das vantagens no tempo de recarga em relação aos veículos elétricos com bateria recarregável.

Hidrogênio também poderia ser utilizado na produção de combustíveis sintéticos, como diferentes combustíveis líquidos similares a derivados de petróleo, de metano sintético, metanol ou amônia. Nesses casos, um dos objetivos pode ser facilitar o transporte a longas distâncias, na forma de energéticos líquidos.

Com efeito, há estudos que apontam que a contribuição do hidrogênio para a redução das emissões de GEE dependerá da viabilização do comércio internacional em larga escala, com produção na América Latina, por exemplo, e uso final na Europa (IRENA, 2022b; 2022c; 2022d). O que é apresentado a seguir são informações sobre projetos de produção de hidrogênio no Ceará (Brasil) e no Chile. Em ambos os casos, o principal objetivo é a exportação.

### 3.4.3 Produção de hidrogênio no Ceará – o caso do Porto do Pecém

O hub de Hidrogênio Verde do Ceará, instalado no Complexo do Pecém, foi lançado em fevereiro de 2021 em parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), com objetivo de reduzir emissões, aumentar oportunidades de novos negócios na região e impulsionar a economia da cidade de Pecém e do Estado do Ceará como um todo, com a geração de novos empregos e outros efeitos multiplicadores de renda e produção local.

O Complexo do Pecém (Figura 30) é uma joint venture formada pelo Governo do Estado do Ceará e pelo Porto de Roterdã, na Holanda, e contém três grandes frentes:

uma área industrial (com algumas das principais unidades fabris do nordeste brasileiro), o Porto do Pecém (terminal offshore que, em 2022, movimentou mais de 22 milhões de toneladas) e a ZPE Ceará (a primeira Zona de Processamento e Exportação do Brasil) (COMPLEXO DO PECÉM, 2021).



Figura 30 - Porto do Pecém

Fonte: GOVERNO DO CEARÁ (2022)

A usina de hidrogênio verde do Pecém deverá ter sua operação iniciada já em dezembro de 2022 e a instalação do projeto piloto para implantação terá capacidade de produção de 250 Nm<sup>3</sup>/h de gás, atraindo um total de R\$ 41,9 milhões de investimento, segundo o portal do Governo do Ceará (GOVERNO DO CEARÁ, 2021). Será a primeira usina de hidrogênio verde do Brasil. A planta será a primeira do grupo, com capacidade de 3 MW e um módulo eletrolisador de última geração para produção do combustível com garantia de origem renovável.

Além de gerar combustível limpo com garantia de origem renovável, será desenvolvido um roadmap com análises de cenários de escalabilidade, considerando todos os elos a jusante e a montante da produção do hidrogênio. Futuramente, também está planejada a análise da cadeia produtiva do gás, além da estruturação de modelos de negócios e parcerias estratégicas com indústrias, empresas de serviços e empresas automotivas, geração e armazenamento do combustível, e adaptações em mobilidade,

utilizando o gás hidrogênio nos transportes rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo.

O Ceará tem características estratégicas para ser o pioneiro no Brasil nesse processo de introdução do hidrogênio verde no país, seja por seu excepcional potencial solar e eólico – fundamental para a produção do gás – seja por sua localização e pela oferta de excelente infraestrutura para o escoamento desse produto ao mercado internacional.

O estado do Ceará tem se empenhado para transformar-se em um hub de produção e exportação de hidrogênio verde, e para garantir as condições necessárias para que se transforme em um grande hub de produção de energias renováveis e de hidrogênio verde para o Brasil e para o mundo.

O protocolo firmado com a AES Brasil, uma subsidiária da AES Corporation (uma das maiores empresas de energia dos Estados Unidos) prevê o desenvolvimento de um projeto da cadeia produtiva do hidrogênio verde, incluindo a intenção de participação em pool de armazenamento de amônia e de utilidades, a ser desenvolvido e implantado no futuro hub.

O hidrogênio verde tem três desafios: (1) Criação de um Programa de Estado para o Desenvolvimento da Produção do Hidrogênio Verde; (2) Segurança Jurídica, nela incluída toda a regulação do setor; (3) Novo Enfoque Acadêmico, ou seja, os laboratórios das universidades têm de transformar-se em plataformas de infraestrutura de negócios.

O investimento prevê geração de dois mil empregos durante a construção das plantas e 600 empregos diretos na operação dos projetos. Além disso, o complexo já atraiu outras empresas para a região, como, por exemplo, a fabricante chinesa Mingyang, que também pretende instalar uma torre eólica piloto com 15 MW de potência (offshore) próximo de Pecém. Os principais atores vêm trabalhando com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Trabalho (Sedet) do Ceará para continuar desenvolvendo a região. Além disso, está sendo criado um grupo de trabalho para desenvolver políticas públicas de energias renováveis e fomentar o desenvolvimento sustentável, a fim de criar um hub de hidrogênio verde no Estado do Ceará. A iniciativa terá apoio da Federação das Indústrias do Ceará (Fiec) e da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Existem políticas estaduais direcionadas a energias renováveis, porém ainda é necessário que um estudo aprofundado resulte na formulação de Políticas Públicas de Energias Renováveis para o Desenvolvimento Sustentável para o Estado do Ceará. Ademais, ênfase deve ser dada ao “PROGRAMA DE INCENTIVOS DA CADEIA PRODUTIVA GERADORA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS-PIER”, constante do Decreto 32.438, de 8 de dezembro de 2017, cujos mecanismos instituídos abrangem o Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), Lei nº 10.367, de 7 de dezembro de 1979, que

forneceu incentivos fiscais para promover a industrialização e o desenvolvimento do Estado, a partir da criação de benefícios para instalação de empreendimentos industriais. Além disso, os programas de incentivo e políticas regulatórias irão contribuir para alavancar o setor do Hidrogênio Verde no Estado do Ceará, atraindo ainda mais investimentos e gerando novas oportunidades de negócios e empregos para a região (UFC, 2021).

#### 3.4.4 Produção de hidrogênio no Chile

No final de 2020, o Governo do Chile definiu uma “estratégia nacional de produção de hidrogênio verde”, que visa tornar o país, em 2040, um país líder na exportação do energético, a baixo custo (produzir 160 milhões de toneladas por ano, e exportar US\$ 24 bilhões). No plano, há menção em ser líder mundial na produção de hidrogênio por eletrólise da água em 2030. Há, também, o interesse de estimular o consumo nacional; por exemplo, a indústria mineira chilena está motivada a reduzir sua pegada de carbono.

Em curto prazo, o Governo do Chile assumiu o compromisso de financiar 50 milhões de dólares em projetos pilotos. O Ministério da Energia criou um grupo de trabalho para definir condições favoráveis para novos projetos, e favorecer investimentos estrangeiros.

No final de 2021, foram anunciados mais seis projetos piloto de produção de hidrogênio verde. Segundo o Governo, são 40 projetos em desenvolvimento ou propostos.

Para que os planos sejam viabilizados, é preciso instalar uma significativa capacidade de geração renovável (algo como 200 GW, em 2040, o que deve implicar investimentos de 220 bilhões US\$; a capacidade requerida para atender o mercado interno é estimada em pouco mais de 10% dos 200 GW para produção de hidrogênio).

A localização do Chile e a distância dos principais mercados deve implicar desvantagem logística. Por causa dos custos, a maioria dos 40 projetos mencionados tem como objetivo exportar amônia, e não hidrogênio.

A histórica orientação política chilena de estimular a livre iniciativa é vista como uma barreira, uma vez que o governo não pretende investir diretamente de forma significativa (há informações de que investiria apenas 5% do que é requerido em curto e médio prazo - US\$ 1 bilhão). Potencialmente, há também dúvidas quanto à visão do novo governo e quanto aos impactos dos projetos sobre recursos hídricos e aos direitos dos povos indígenas.

O primeiro projeto piloto é uma parceria dos Governos do Chile e da Alemanha, com investimentos de US\$ 38 milhões; a meta é que atinja produção comercial em 2022. Há outros projetos piloto, com participação de outros governos.

As metas do plano incluem 5 GW de capacidade de produção de hidrogênio por eletrólise (projetos instalados e em desenvolvimento), produzindo 200 kt/ano. Em 2030, seriam 25 GW de capacidade, e produção de hidrogênio abaixo de 1,5 US\$/kg H<sub>2</sub>.

O potencial de geração elétrica pelas fontes eólicas e solar é muito alto (há indicações que seja o maior do mundo). Os custos da eletricidade gerada seriam baixos. O país tem grande extensão costeira, e água do mar poderia ser usada. A IRENA indica alto potencial de produção de hidrogênio, a baixo custo.

O Governo do Chile identificou a oportunidade, está mobilizado para que os investimentos ocorram, e está trabalhando com governos de outros países. Os riscos para investimentos internacionais são baixos.

### 3.4.5 Produção de combustíveis sintéticos no Chile

Por causa do grande potencial de produção de hidrogênio no Chile, um consórcio de empresas está desenvolvendo o projeto Haru Oni, que visa a produção de gasolina sintética para veículos convencionais. Hidrogênio será produzido por eletrólise, usando energia elétrica de origem eólica; CO<sub>2</sub> será capturado diretamente da atmosfera, e então será produzido metanol, que será convertido para gasolina (tecnologia da Exxon Mobil). Em 2022, devem ser produzidos 130 mil litros do combustível; a capacidade será ampliada para 55 milhões de litros por ano em 2024 e para 550 milhões de litros por ano em 2026.

A unidade está sendo construída na região de Magallanes, ao norte de Punta Arenas, no sul do Chile. O projeto tem envolvimento da Siemens (através da Siemens Energy, que recebeu 8 milhões de Euros do governo federal da Alemanha) e da Porsche. A Porsche investirá 20 milhões de Euros. A Enel, da Itália, é co-financiadora. As turbinas eólicas são da Siemens Gamesa.

Entende-se que o interesse da Porsche está associado a dois pontos: (1) de todos os veículos Porsche já produzidos, 70% ainda estão em uso, e é importante apresentar uma alternativa sustentável para que continuem a estar em uso; (2) o combustível produzido será usado em competições automobilísticas (a Porsche deve entrar na F1, possivelmente em parceria com a Red Bull e, a partir de 2026, combustíveis sustentáveis deverão ser empregados em maior quantidade; hoje, o limite é 10%).

Os custos iniciais de produção serão muito altos. A captura direta de CO<sub>2</sub> da atmosfera (DAC - Direct Air Capture) será muito cara por muitos anos. Certamente, a meta em curto prazo é dominar a tecnologia; a viabilidade econômica não deve ser o objetivo por um tempo razoável.

### 3.5 RESÍDUOS: PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM PEQUENA CIDADE NO PARANÁ

Biogás é uma mistura gasosa de metano (45% a 75%, em base volumétrica), dióxido de carbono (basicamente o restante) e pequenas quantidades de outros gases, sendo produzido pela digestão anaeróbica de matéria orgânica, isto é, em um meio livre de oxigênio. O biodigestor é o equipamento em que ocorre a conversão da matéria orgânica em biogás, e o processo se dá pela ação de micro-organismos (IEA, 2020). A composição do biogás depende da carga do biodigestor (por exemplo, a matéria orgânica) e da tecnologia de biodigestão.

Antes do uso ou de seu transporte, o biogás pode ser submetido a um processo de beneficiamento, que na situação mais simples corresponde à remoção de contaminantes e da umidade, ou à produção de um gás rico em metano (por exemplo, o biometano). Usos típicos do biogás incluem a queima para aquecimento, cocção, como combustível veicular ou a geração de eletricidade. Já o biometano pode substituir parcial ou totalmente o uso do gás natural fóssil, sendo que em alguns casos o objetivo é sua injeção na rede de distribuição de gás natural.

Diferentes matérias orgânicas podem ser utilizadas na produção de biogás, sendo que há grande interesse no emprego de resíduos diversos, como esgoto, lixo urbano, resíduos agrícolas ou industriais, e esterco (LIEBETRAU et al., 2021). No caso do lixo urbano, o processo de decomposição anaeróbico ocorre naturalmente em aterros sanitários, o que reduz significativamente o investimento necessário.

Na produção de biogás, apenas a matéria orgânica é convertida em metano e CO<sub>2</sub>, havendo, então, um fluxo de matéria inorgânica que, em geral, pode ser usado como fertilizante. Isso depende da composição da carga do biodigestor. Assim, a partir de resíduos, a produção de biogás (ou biometano) é facilmente aceita como um sistema sustentável de bioenergia, e que, em adição, é totalmente aderente ao conceito de economia circular, por usar resíduos para a produção de energia e fertilizante (LIEBETRAU et al., 2021).

Como muitas vezes a produção de biogás resulta em significativa redução da carga orgânica que seria levada à disposição, causando impactos ambientais negativos, a produção de biogás é também uma importante alternativa de gestão ambiental (PRASAD et al., 2017).

A tecnologia é conhecida há muito tempo, e a produção de biogás é prática corrente em diversas comunidades, inclusive com uso de resíduos humanos como carga dos biodigestores. Já a produção de biogás em maior escala, e em algo que poderia ser classificado como produção comercial, está muito concentrada na Europa, na China e nos Estados Unidos, totalizando quase 90% da produção mundial. Em 2018, a produção

na Europa foi mais do que 54% da produção mundial, enquanto a produção na China superou 20% do total; Estados Unidos e o resto do mundo contribuíram com parcelas praticamente iguais (IEA, 2020).

Na Europa, a Alemanha é, de longe, o maior produtor, com significativa produção a partir de cultura agrícolas dedicadas (por exemplo, de milho). Países como Dinamarca, França e Itália têm também apoiado a produção de biogás. Mais de 40% da produção europeia é a partir de culturas agrícolas, sendo aproximadamente um terço a partir de esterco animal (IEA, 2020). Na China, grande parte da produção (aproximadamente 70%) é a partir de rejeitos de animais, enquanto nos Estados Unidos a produção de biogás é quase totalmente a partir de resíduos sólidos municipais (IEA, 2020).

Nas subseções a seguir são apresentadas informações gerais sobre a produção e o potencial de produção de biogás e biometano no Brasil, informações sobre o potencial de produção de biogás em granjas de porcos, no sul do Brasil, e sobre um caso específico, na cidade de Entre Rios do Oeste, no Paraná.

### 3.5.1 Usos e potencial de produção de biogás no Brasil

A produção comercial de biogás, e principalmente a produção de biometano, são ainda, em termos relativos, novidades no Brasil.

Biogás tem sido utilizado na geração de eletricidade e, em menor escala, como combustível em frotas cativas de veículos. Na base de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, no início de 2022 (ANEEL, 2022), a capacidade instalada de geração de eletricidade associada ao uso de resíduos animais como fonte de biodigestores era 4,9 MW, em 16 plantas, sendo que a capacidade instalada de geração a partir de resíduos sólidos municipais era 256 MW, em 29 instalações. Ainda havia o registro de mais quatro instalações, totalizando quase 32 MW a partir de resíduos agroindustriais.

Em 2018, a produção de biogás no Brasil foi estimada em  $1,1 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, com mais de 75% da produção a partir de resíduos sólidos urbanos e esgoto, em 33 instalações. Ainda em 2018, havia mais de 60 instalações produzindo biogás em indústrias, e cerca de 180 produzindo a partir de rejeitos de animais e resíduos agrícolas (CIBIOGAS, 2018).

Também em 2018, a Associação Brasileira de Biogás e Biometano publicou uma avaliação de estimativa de potencial, e concluiu que  $42 \times 10^9$  m<sup>3</sup> de biogás poderiam ser produzidos a partir de resíduos da cana-de-açúcar (essencialmente, vinhaça e palha),  $38 \times 10^9$  m<sup>3</sup> a partir de resíduos agrícolas e dejetos de animais, e  $4 \times 10^9$  m<sup>3</sup> a partir de resíduos sólidos urbanos e esgoto (ABIOGAS, 2018). Conservadoramente, o potencial estimado é equivalente a  $50 \times 10^9$  m<sup>3</sup> de biometano que, para se ter uma perspectiva adequada, poderia ser comparado com o consumo de gás natural em 2018,

estimado em 37 x 109 m<sup>3</sup>. Esse potencial é muito significativo, mas é preciso lembrar que resíduos estão, em geral, bastante dispersos, o que aumenta o custo de coleta e reduz a escala dos empreendimentos, impactando nos custos de produção.

Geograficamente, o grande potencial associado aos resíduos da cana-de-açúcar está mais concentrado, o que pode facilitar seu aproveitamento. Da base de dados da ANEEL (2022), conclui-se que há duas instalações de geração de eletricidade a partir de biogás, autorizadas, sendo a maior delas na Usina Bonfim, do Grupo Raízen, com 21 MW instalados (RAÍZEN, 2022). Embora não haja informações oficiais da empresa, sabe-se que a capacidade de geração a partir de biogás deve crescer. A concentração de usinas, principalmente nas regiões central e sudeste do Brasil, poderia facilitar a produção de biometano e sua injeção na rede de gás natural, o que está regulamentado, mas no momento sabe-se apenas a respeito do interesse, mas não sobre ações concretas.

### 3.5.2 Potencial de produção de biogás a partir de dejetos animais

A produção de biogás a partir de dejetos animais é conhecida há muito tempo (ALVES et al., 1983), e é também prática relativamente tradicional em algumas regiões do país (GLOBO RURAL, 2018).

Um caso de interesse está associado à concentração de granjas de porcos no região sul do Brasil, e à possibilidade de produção de biogás a partir de seus dejetos. O caso é tratado por Sacco et al. (2022), que avaliam o potencial e condições para seu melhor aproveitamento. Segundo os autores, no Brasil, dois terços da criação confinada de suínos está na região Sul, com 20 milhões de cabeças em 2019. Biogás Brasil (2019) apresenta a localização das granjas de porcos. Sacco et al. (2022) estimam que o potencial de produção de biometano está na faixa de 566 a 669 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> por ano.

Como mencionado anteriormente, o biogás, ou o biometano, poderia ser utilizado como combustível, nas próprias granjas, na geração de eletricidade ou como combustível em frotas cativas. Uma vantagem da biodigestão dos dejetos é que as granjas, em geral, têm problemas para sua disposição, o que inclusive ocasiona problemas relativos ao odor e à concentração de insetos (biogás e biometano).

De acordo com a Suíno Cultura Industrial (2022), há no Brasil quase 340 biodigestores em granjas de porcos. Nessas, o efluente dos biodigestores é empregado como fertilizante. O tradicional é que haja geração de eletricidade na própria granja, com eventual injeção da eletricidade excedente na rede. Inclusive, há casos em que o investimento foi feito por um empreendedor interessado na eletricidade excedente. Há relatos de ao menos um caso em que um empresário começou a criar porcos para gerar eletricidade para sua indústria cerâmica.

Em reportagem da Rural Pecuária (s/d) são descritas instalações em granjas em Minas Gerais, com comentários de que os empreendimentos são economicamente viáveis, com retorno do investimento inicial em três a oito anos, dependendo da tarifa elétrica e das condições de comercialização do excedente.

A seguir, é descrito o caso em Entre Rios do Oeste, que tem importantes particularidades.

### 3.5.3 Produção de biogás e eletricidade em Entre Rios do Oeste<sup>4</sup>

Entre Rios do Oeste (PR) é um pequeno município (menos de 5 mil habitantes), mas grande produtor de porcos (255 mil cabeças) (FUNDAÇÃO VERDE, 2020). A prefeitura municipal organizou, com apoio do CIBiogás e do Parque Tecnológico de Itaipu, a coleta do biogás produzido em granjas, e a geração centralizada de eletricidade. A instalação entrou em operação em 2019.

A produção de biogás ocorre nas várias granjas existentes, e o gás é transportado por uma rede de dutos para a unidade de geração elétrica. Toda a rede de transporte do gás tem mais de 20 km (FUNDAÇÃO VERDE, 2020). Os agricultores recebem em função do gás entregue e, assim, na maioria dos casos, são cobertos os gastos individuais de cada granjeiro com a concessionária elétrica local. A receita dos granjeiros com a venda do biogás pode chegar a até 5.000 R\$/mês. O uso de efluente é uma decisão de cada produtor, que pode ser usado localmente, ou vendido.

A capacidade de geração elétrica é 480 kW, em dois conjuntos motogeradores. A geração anual de eletricidade pode chegar a 3.000 MWh, e a operação é da prefeitura. A eletricidade gerada é, em princípio, utilizada em prédios públicos. No mês em que houve os melhores resultados, a geração de eletricidade permitiu o abastecimento de 70% da eletricidade consumida nesses prédios.

Com o projeto, são adequadamente tratadas 215 toneladas de resíduos por dia (40 mil porcos), e são gerados 4.600 m<sup>3</sup>/dia de biogás.

O projeto foi implementado no contexto de um projeto PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) da ANEEL, sem o qual não é certo se poderia ser viabilizado e se seria economicamente justificável. O custo inicial do projeto foi 17,5 milhões de reais (FUNDAÇÃO VERDE, 2020).

O caso de Entre Rios do Oeste é bastante particular; primeiro, por causa da grande concentração de granjas e, segundo, pelo fato de que os recursos do projeto PD&I tornaram o contexto absolutamente atípico. Por outro lado, a geração centralizada de eletricidade permite que a remuneração alcançada por cada granjeiro seja, em alguns

<sup>4</sup> Texto baseado em CIBiogás (2020), a menos de referências que são indicadas.

casos, muito maior do que seria alcançada no caso de instalações individuais, por causa dos efeitos de escala.

Nas Figuras 32 e 33 são apresentadas imagens da instalação. A Figura 32 mostra uma imagem da unidade de geração e do sistema de armazenamento do gás, enquanto a Figura 33 apresenta uma vista em detalhes do sistema de armazenamento.



Figura 32 - Imagem da unidade de geração de eletricidade com biogás, em Entre Rios do Oeste  
Fonte: CIBIOGÁS (2020)



Figura 33 - Detalhes dos sistemas de armazenamento do gás, na unidade de geração de eletricidade com biogás, em Entre Rios do Oeste  
Fonte: CIBIOGÁS (2020)

### 3.6 RELAÇÃO COM A AGENDA 2030 E INDICADORES LOCAIS

Nesta etapa, é explicitado cada ODS e metas correspondentes as quais foram classificadas como tendo relação forte ou média com as tecnologias do grupo tecnológico analisado. No caso, as tecnologias de energias renováveis, através da metodologia GTT apresentada no Capítulo 1 deste trabalho. O resultado pode ser observado no Quadro 16. O objetivo primordial desta análise é possibilitar que o implementador da tecnologia, o governo local por exemplo, tenha maior clareza de quais ODS está promovendo diretamente ao impulsionar as energias renováveis, e quais ODS poderiam também ser promovidos ou fortalecidos através de políticas ou modelos de negócio.

É fácil constatar que as tecnologias desse grupo apresentam relação forte com o ODS 7 (Energia limpa e acessível), principalmente no que se trata das metas de aumento da participação de energias renováveis na matriz energética, aumento da eficiência e acesso à pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis; e o ODS 13 (Ação contra mudança global do clima), com foco em medidas e políticas de mitigação de mudança do clima. Os ODS 1 (Erradicação da Pobreza), 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 6 (Água e Saneamento), ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Crescimento e produção responsáveis) e ODS 17 (Parcerias e meios de implementação) foram classificados com relação média, ou seja, os impactos são majoritariamente indiretos e dependerão de como são delineadas as políticas, modelos de negócio e ações nas quais estão inseridas tais tecnologias. Esse é o caso, por exemplo, das metas de redução da pobreza, que podem estar relacionadas à falta de acesso à energia elétrica, aumento da eficiência do uso da água, da desassociação do crescimento econômico da degradação ambiental, e da redução da contaminação e poluição do ar, água e solo. A princípio, quanto mais metas estiverem relacionadas à implementação de determinada tecnologia, maiores os impactos locais e maiores os benefícios para a população.

Quadro 16 - Metas específicas dos ODS associados às iniciativas de energia renovável.

ODS	METAS ESPECÍFICAS
 <p><b>1</b> ERRADICAR A POBREZA</p>	<p>1.2 Reduzir a proporção de pessoas <b>que vivem na pobreza, em todas as suas dimensões</b>;</p> <p>1.4 Garantir que todas as pessoas, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, recursos naturais e novas tecnologias apropriadas.</p>
 <p><b>3</b> SAÚDE DE QUALIDADE</p>	<p>3.9 Reduzir substancialmente o <b>número de mortes e doenças</b> por produtos químicos perigosos, contaminação e <b>poluição do ar</b> e água do solo.</p>
 <p><b>6</b> ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO</p>	<p>6.4 <b>Aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores</b> e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água.</p> <p>6.a Ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação em atividades relacionados à água e saneamento.</p> <p>6.b Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.</p>
 <p><b>7</b> ENERGIAS RENOVÁVEIS E ACESSÍVEIS</p>	<p>7.2 Aumentar a participação de <b>energias renováveis na matriz energética</b> global.</p> <p>7.3 Aumentar a <b>eficiência energética</b>.</p> <p>7.a Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à <b>pesquisa e investimentos em infraestrutura de tecnologias de energia limpa</b>.</p>



**8** TRABALHO DIGNO  
E CRESCIMENTO  
ECONÔMICO

8.2 Aumentar a **produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação**, inclusive com foco em setores de alto valor agregado e daqueles intensivos em mão de obra.

8.3 **Promover políticas** para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, **geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação**.

8.4 Melhorar a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para **dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental**.



**9** INDÚSTRIA,  
INOVAÇÃO E  
INFRAESTRUTURAS

9.2 Promover a industrialização inclusiva e sustentável e **aumentar a participação da indústria no setor de emprego e no PIB**.

9.4 **Modernizar as indústrias para torná-las sustentáveis, com maior eficiência no uso de recursos**.

9.5 Fortalecer a **pesquisa científica e melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais**.

9.b **Apoiar o desenvolvimento tecnológico e garantir um ambiente político propício** para a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities.



**11** CIDADES E  
COMUNIDADES  
SUSTENTÁVEIS

11.2 Proporcionar o acesso aos transportes seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, promovendo a **expansão dos transportes públicos para todos**.

11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial **atenção à qualidade do ar e gestão de resíduos municipais**.

11.b **Aumentar** o número de cidades implementando políticas e planos integrados para **mitigação e adaptação às mudanças climáticas**.



**12** PRODUÇÃO E  
CONSUMO  
RESPONSÁVEIS

12.c **Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis**, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado e refletindo seus impactos ambientais, tendo em conta porém os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento e de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas.



13.2 Integrar **medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.**

13.3 **Melhorar a educação, aumentar a conscientização** e a capacidade humana e **institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.**

13.b Promover a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, com **foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.**



17.6 **Melhorar a cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e triangular regional e internacional** e o compartilhamento de conhecimentos.

17.7 Promover a **disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas.**

17.11 **Aumentar a participação global das exportações** dos países em desenvolvimento.

17.14 Aumentar a coerência das **políticas para o desenvolvimento sustentável.**

17.17 **Promover parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil eficazes.**

Classificação de impactos das tecnologias



Fraca



Média



Forte

Fonte: elaboração própria a partir de ONU BRASIL (2022)

Seguindo a metodologia do GTT e, de forma complementar ao estudo das melhores práticas apresentadas ao longo deste capítulo, é apresentado no Quadro 17 iniciativas e projetos em energias renováveis, bem como indicadores correlatos resultantes do mapeamento referenciado no Capítulo 1 deste estudo. Dentre as iniciativas/projetos que podem ser implementados nas cidades latino-americanas no âmbito das energias renováveis e que contribuem para o alcance da Agenda 2030, através do avanço nos ODS destacados acima, estão: a instalação de micro e minigeração distribuída em prédios públicos, a modernização da iluminação pública e a implementação de códigos de sustentabilidade em edificações, com requisitos de eficiência energética e baixa emissão. Para medir os resultados localmente, pode-se utilizar indicadores, tais como: participação de renováveis na matriz energética do município (%), número de pontos novos de iluminação com LED (unid.) e taxa de empreendimentos com selo de sustentabilidade (por 1.000 empreendimentos).

**Quadro 17 - Proposta de iniciativas, projetos e indicadores para o cumprimento dos ODS associados à energia renovável nas cidades**

INICIATIVAS/PROJETOS	INDICADORES PROPOSTOS PARA AS CIDADES
Implementação de micro e minigeração distribuída em prédios públicos (escolas, hospitais);	Proporção da população com acesso à eletricidade (%);
Produção de hidrogênio verde;	Percentual do gasto com energia na renda de unidades consumidoras por grupos específicos (raça, gênero, faixa de renda e comunidades tradicionais) (%);
Geração de energia eólica;	Percentual de unidades consumidoras atendidas pelas tarifas sociais de energia elétrica (TSEE) (%);
Geração de energia elétrica através do biogás;	Participação de fontes renováveis na matriz energética do município (%);
Ampliação da capacidade de armazenamento de energia;	Potência total instalada no município em energia fotovoltaica (kW);
Modernização da iluminação pública;	Participação do Poder Público na potência total instalada no município em energia fotovoltaica (%);
Modernização da rede de distribuição de energia;	Porcentagem da energia elétrica consumida na cidade produzida por meio de sistemas descentralizados de geração energética (%);
Desenvolvimento de cooperativas de energia renovável em comunidades carentes;	Capacidade de armazenamento da rede de energia, relativamente ao consumo total de energia da cidade (MW);
Recargas de veículos elétricos a partir de geração descentralizada de energia elétrica renovável;	Porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de energia (%);
Implementação de códigos de sustentabilidade em edificações com requisitos de eficiência energética e baixa emissão;	Número de pontos novos de iluminação pública com LED (unid.);
Implementação de mecanismos de eficiência energética em edificações;	Quantidade de novas luminárias instaladas (unid.);
Implementação de mecanismos de eficiência energética em edificações;	
Aquecimento solar de água em edifícios e residências;	

**Ampliação da coleta de resíduos sólidos e destinação adequada;**

**Desenvolvimento de projetos de apoio e assistência técnica para as habitações, com vistas à melhoria da ventilação, iluminação, aspectos estruturais e de sustentabilidade;**

**Redução de índices de perda de água limpa e no fornecimento de energia elétrica;**

**Implementação de processos de coleta, tratamento e reciclagem de resíduos sólidos urbanos;**

**Tratamento de resíduos líquidos e esgoto; e**

**Plantas de geração de energia elétrica a biogás.**

Substituição dos pontos de iluminação pública por tecnologia LED (unid.);

Número de pontos de iluminação pública com telegestão (unid.);

Consumo de energia nos prédios próprios (kWh);

Consumo de energia por unidade do PIB Municipal (MWh/R\$);

Taxa de empreendimentos com selo de sustentabilidade (por 1.000 empreendimentos);

Economia por distribuição eficiente de energia (R\$);

Proporção da população atendida por serviços de coleta de resíduos sólidos (em %);

Porcentagem de vias urbanizadas atendidas com coleta de resíduos sólidos domiciliares (% da extensão de vias, exclusive áreas de vilas e favelas);

Resíduos depositados em aterros sanitários (ton);

Índice de perdas na distribuição de água (em %);

Taxa de reciclagem de resíduos urbanos domiciliares (em %);

Energia elétrica e térmica (GJ) produzida a partir de resíduos sólidos ou outros processos de tratamento de resíduos líquidos per capita por ano; e

Índice de tratamento de esgoto.

---

Fonte: adaptado a partir de ABNT (2020), PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO (2020), PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2021), ITU (2022), PCS (2022), PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (2022).

Ainda cabe enfatizar que as metas apresentadas no Quadro 9 são uma diretriz global e que podem e devem ser adaptadas ao contexto de cada cidade. Da mesma forma, os indicadores apresentados são exemplos mapeados na literatura, em normas e acordos internacionais, mas que devem ser implementados de acordo com as estatísticas disponíveis e objetivos a serem alcançados.

Esse capítulo possibilita uma visão ampla e rica em detalhes sobre a implementação de tecnologias de energias renováveis nas cidades latino-americanas, disponibilizando insumos tanto para empresas privadas, quanto para os entes públicos e aos cidadãos em prol de um futuro mais sustentável para região. No Capítulo 4, é feita a mesma abordagem para o grupo tecnológico de tecnologias digitais.

## REFERÊNCIAS

ABEEólica – Associação Brasileira de Energia Eólica. 2021. Boletim anual, 2021.

ABIÓGAS – Associação Brasileira de Biogás e Biometano. 2018. Biogas potential grows and source can replace much of national demand for diesel or electric power. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/potencial-do-biogas-cresce-e-fonte-pode-substituir-grande-parte-da-demanda-nacional-por-diesel-ou-energia-eletrica/> Acesso em 17/06/2022.

AdT Amazônia Brasileira, 2022. Disponível em <https://amazonia.org.br/bndes-financiara-geracao-de-energia-solar-por-consumidores-na-regiao-norte-de-maneira-inedita/>. Acesso em 17/06/2022.

Alves, S.M.; Melo, C.F.M.; Prakasan, K. 1983. Produção e utilização de biogás a partir de esterco de bubalinos. Embrapa Amazonia Oriental.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. 2022. Sistemas de Informações de Geração da ANEEL. Disponível em SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL - [siga-empresendimentos-geracao.csv](#) - Dados Abertos - Agência Nacional de Energia Elétrica

Bartlett, J.; Krupnick, A. 2020. Investment Tax Credits for Hydrogen Storage. Resources for the Future. Washington D.C.

Biogás e Biometano. s.d. Produtores Rurais Falam Sobre Experiências com Biogás em suas Propriedades. Disponível em <https://biogasebiometano.com.br/2022/03/29/produtores-rurais-falam-sobre-experiencias-com-biogas-em-suas-propriedades/> Acesso em 17/06/2022.

Biogás Brasil. 2019. Potencial de produção de biogás no Sul do Brasil, Foz do Iguaçu, Brasil. Disponível em: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-04/Potencial%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20no%20Sul%20do%20Brasil.pdf>. Acesso em 17/06/2022.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. 2022. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/resultado-da-busca?q=solar%20amazonia>. Acesso em: 17/06/2022.

CIBiogás. 2018. Biogas production has increased 130% since 2015. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53096303/cibiogas-producao-de-biogas-aumentou-130-desde-2015> Acesso em: 17/06/2022.

CIBiogás. 2020. Um Ano do Projeto Termelétrica de Entre Rios do Oeste. Disponível em: <https://cibiogas.org/blog-post/especial-1-ano-de-projeto-termeletrica-de-entre-rios-do-oeste/> Acesso em: 17/06/2022.

DECRETO Nº 10.221, DE 5 DE FEVEREIRO DE 2020: Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal - Mais Luz para a Amazônia.

Energy Green Hydrogen. Disponível em: <https://www.trade.gov/market-intelligence/chile-energy-green-hydrogen> Acesso em: 17/06/2022.

E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösckke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.). Cambridge University Press. In Press.

Fundação Verde. A Energia que vem do Porcos – A revolução do Pré-sal Caipira. 2020. Disponível em: <https://fundacaoverde.org.br/pages/cidadesustentavel/2020/02/20/a-energia-que-vem-dos-porcoss-a-revolucao-do-pre-sal-caipira/> Acesso em: 17/06/2022.

GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. 2021. Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro – Panorama Atual e Potenciais para o Hidrogênio Verde. Brasília.

Globo Rural. 2018. Biogás: Energia que vem do esterco. Disponível em <https://globorural.globo.com/Noticias/Criacao/noticia/2018/08/energia-que-vem-do-esterco.site.html>. Acesso em 05/08/2022.

GWEC – Global Wind Energy Council. 2022. Global Wind Report 2022.

IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. 2021. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. World Bank, Washington DC. © World Bank. License: Creative Commons Attribution - Non Commercial 3.0 IGO (CC BYNC 3.0 IGO).

IEA – International Energy Agency. 2019. The Future of Hydrogen – seizing today's opportunities. Paris.

IEA – International Energy Agency. 2020. World Energy Outlook Special Report – Outlook for biogas and biomethane. Paris.

IEA – International Energy Agency. 2022. Energy Transitions: Tracking progress in clean energy transitions through key indicators across fuels and technologies. Disponível em <https://www.iea.org/topics/energy-transitions>.

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. 2021. Universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica no Brasil: evolução recente e desafios para a Amazônia Legal. André Luís Ferreira, Felipe Barcellos e Silva, Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA). Revista Brasileira de Energia | Vol. 27, Nº 3, 3º Trimestre de 2021 - Edição Especial I.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2018. Global Energy Transformation: A roadmap to 2050, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2020. Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal. Abu Dhabi.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2022. World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway. IRENA: Abu Dhabi.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2022b. Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part I – Trade outlook for 2050 and way forward. Abu Dhabi.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2022c. Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part II – Technology review of hydrogen carriers. Abu Dhabi.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2022d. Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part III – Green hydrogen cost and potential. Abu Dhabi.

IRENA – International Renewable Energy Agency. 2020. Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050.

ITA – International Trade Administration. U.S. Department of Commerce. 2021. Chile.

ISA – Instituto Socioambiental. 2022. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/> Acesso em: 17/06/2022.

Liebetrau, J.; O'Shea, R.; Wellisch, M.; Lyng, K.A.; Bochmann, G.; McCabe, B.K.; Harris, P.W.; Lukehurst, C.; Kornatz, P.; Murphy, J.D. 2021. Potential and utilization of manure to generate biogas in seven countries, Murphy, J.D. (Ed.) IEA Bioenergy Task 37, 2021:6.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Manual de Operacionalização do Programa Mais Luz Para a Amazônia. Anexo à Portaria N°244/GM, 16/06/2020. Brasília: 2020, 19p.

MME – Ministério de Minas e Energia. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mais-luz-para-a-amazonia-governo-federal-lanca-programa-para-levar-energia-solar-a-70-mil-familias> Acesso em: 17/06/2022.

MME/EPE – Ministério de Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. 2022. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília: MME/EPE, 2022.

Prasad, S.; Rathore, D.; Singh, A. 2017. Recent Advances in Biogas Production. Chemical

Engineering Process Techniques, 3(2).

Raízen. 2022. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/nossos-negocios/energia> Acesso em: 17/06/2022.

RELAC – Renewable Energy for Latin America and the Caribbean Initiative. 2022. Disponível em: <https://hubenergia.org/en>. Acesso em: 24/08/2022.

Rural Pecuária. s.d. Suinocultura Reduz Custos e Gera Renda com Metano. Disponível em: <https://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/suinocultura/suinocultura-reduz-custos-e-gera-renda-com-metano.html> Acesso em: 17/06/2022.

Sacco, R.L.; Brito, T.L.F.; dos Santos, E.M.; Matai, P.H.L.S. 2022. Unconventional sources of gaseous energy in the Southern Region of Brazil: a comparative SWOT analysis. Revista Brasileira de Energia, 28(2).

Suíno Cultura Industrial. 2022. Biogás Cresce como Solução nas Granjas de Suínos. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/biogas-cresce-como-solucao-nas-granjas-de-suinos/20210915-110334-n484> Acesso em: 17/06/2022.

Unidades de Conservação no Brasil, 2022. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/>. Acesso em: 03/06/2022.

United Nations, 2021. Theme Report on Energy Transition: Towards the achievement of SDG 7 and net zero emissions.

UFC – Universidade Federal do Ceará. 2021. Termo de Referência (Draft) – Parque Tecnológico da UFC, 2021. Disponível em: <https://parquetecnologico.ufc.br/wp-content/uploads/2021/02/sim.termo-de-referencia.pdf>. Acesso em: 24/08/2022.

WWF-Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?79869/conheca-a-primeira-comunidade-100-porcento-solar-do-sul-do-amazonas#>. Acesso em: 15/06/2022.



# CAPITULO 04

---



## **Leonardo Paz Neves**

Pesquisador do Núcleo de Prospecção e Inteligência Internacional da Fundação Getúlio Vargas (FGV NPII) e Professor do Departamento de Relações Internacionais do Ibmecc RJ. Doutor pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

# EXPERIÊNCIAS DE DIGITALIZAÇÃO E CONECTIVIDADE EM CIDADES DA AMÉRICA LATINA

## 4.1 INTRODUÇÃO

Dentre os mais importantes fenômenos presentes no século XXI, um dos mais significativos é a acelerada convergência do longo processo de urbanização e da impactante revolução digital. O fenômeno da urbanização, além de já apresentar números impressionantes de pessoas se concentrando nas cidades, também produz consequências que vão para além de questões urbanísticas ou de habitação. O adensamento das cidades, em todo o mundo, tem colocado os centros urbanos no centro da agenda internacional. Os principais desafios internacionais do nosso tempo (desigualdade, segurança, sustentabilidade, mudanças climáticas, saúde etc.) tem dimensões desproporcionais nas cidades, e são nelas, e não nos países, que esses desafios serão mitigados.

As Nações Unidas já identificaram que, pela primeira vez na história, mais da metade da população do planeta vive em cidades. Caso a atual tendência se mantenha, mais de 70% da população global estará residindo em áreas urbanas nas próximas décadas. Esse contexto é ainda mais agudo na América Latina, na qual, atualmente, as populações urbanas já passam da marca dos 80%, o dobro do que se tinha por volta de 1950 (42%). Essa explosão demográfica nas cidades latino-americanas tem tido severas implicações tanto na qualidade de vida de seus habitantes quanto na sustentabilidade do meio ambiente. O rápido e desordenado crescimento urbano tem criado desafios consideráveis para o desenvolvimento de serviços públicos, como infraestrutura, saneamento básico, habitação, saúde, educação, segurança etc.<sup>1</sup>

As cidades latino-americanas têm encontrado enormes dificuldades para equacionar as crescentes demandas de sua população com suas políticas urbanas e com seus constrangimentos fiscais, em especial com o alto nível de informalidade presente nas cidades. De fato, elas vivem um ciclo vicioso que se retroalimenta e, cada vez mais, aprofunda a incapacidade das administrações de serem responsivas às suas populações. É nesse contexto que a revolução digital pode surgir como um decisivo aliado das cidades na mitigação desses desafios. A revolução digital, hoje caracterizada pela 4ª Revolução Industrial, já vem tendo um impacto disruptivo em diversos setores. Tecnologias como Artificial Intelligence, Internet of Things, Blockchain, Cloud Computing, Big Data, entre outras, têm criado as circunstâncias para o desenvolvimento em soluções que até então apenas eram possíveis no plano das ideias. A perspectiva da utilização de tais tecnologias para o desenvolvimento urbano já permite mensurar os impactos que elas têm sobre a

---

<sup>1</sup> "The road toward smart cities: migrating from traditional city management to the smart city". Maurício Bouskela, Márcia Casseb, Silvia Bassi, Cristina De Luca y Marcelo Facchina. p. cm. – (IDB Monograph; 454), 2016. [Online]. Available at: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/The-Road-toward-Smart-Cities-Migrating-from-Traditional-City-Management-to-the-Smart-City.pdf>



qualidade de vida da população. De acordo com um relatório da McKinsey<sup>2</sup>, apenas a utilização das presentes soluções tecnológicas relativas às cidades já seriam o suficiente para melhorar indicadores de qualidade de vida entre 10% e 30%. Agora, se confrontados com a utilização de tecnologias que estão na vanguarda do conhecimento, como 5G, Cloud Services, Advanced Analytics, o impacto será consideravelmente maior. É dentro desse contexto que surgem as Smart Cities.

De acordo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, Smart Cities devem ter o seu desenvolvimento centrado em pessoas. Para tal, ele incorpora um conjunto de tecnologias da informação e comunicação em seu gerenciamento, e tais tecnologias são utilizadas para desenvolver ferramentas e soluções que visam o estabelecimento de um governo efetivo, apoiado por planejamento colaborativo e participação popular<sup>3</sup>. Assim, Smart Cities são, quase que por definição, cidades mais conectadas, inclusivas, resilientes e prósperas.

Soluções presentes nas Smart Cities operam fundamentalmente dentro de dois princípios: digitalização e conectividade. Elas tendem a contar com um extensivo trabalho de coleta de dados e uma gestão digital inteligente para otimizar grande parte dos serviços e processos internos da burocracia pública. Tais soluções também oferecem, muitas vezes, respostas e saídas para questões complexas ao apresentar análises sobre um volume de dados até então inexistentes ou não processáveis. Outro fenômeno que tem sido impactado de forma decisiva pelas soluções das Smart Cities é a integração. Frequentemente, um dos grandes desafios enfrentados pela administração das cidades é a descentralização de informações e das decisões, em que departamentos funcionam como ilhas isoladas, cada qual com seus métodos e práticas. A conectividade inerente das Smart Cities opera, geralmente, como um grande equalizador, que não apenas conecta as diversas instâncias da administração pública, mas também unifica dados e padroniza respostas, e tal compartilhamento e interoperabilidade tendem a apresentar ganhos em otimização de tempo, recursos e transparência.

Como pode ser visto a seguir, soluções baseadas em digitalização e conectividade têm gerado impacto positivo em um amplo conjunto de indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em face ao seu caráter agnóstico, essas soluções funcionam como ferramentas que não têm um fim em si mesmo, mas, geralmente, permitem que iniciativas em setores específicos tenham ganhos concretos em eficiência, eficácia, transparência e escalabilidade. Para além disso, podemos identificar fortes impactos nos:

<sup>2</sup> "How to Make Cities Great." Bouton, S., et al. New York: McKinsey & Company, 2013. [Online]. Disponível em: [http://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/global%20themes/urbanization/how%20to%20make%20a%20city%20great/how\\_to\\_make\\_a\\_city\\_great.ashx](http://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/global%20themes/urbanization/how%20to%20make%20a%20city%20great/how_to_make_a_city_great.ashx).

<sup>3</sup> Idem IDB 2016.

**ODS 9** - Indústria, Inovação e Infraestrutura (especialmente através de seus impactos na modernização e reabilitação da infraestrutura [9.4] e aumento do acesso às tecnologias, que promove um acesso mais democrático [9c], como observamos nos casos da Quicko e da Ciudad Creativa Digital);

**ODS 13** - Ação contra a mudança global do clima (e, naturalmente, considerando o foco de muitas iniciativas em incrementar ganhos de eficiência na gestão de recursos energéticos ou de mobilidade, essas soluções tendem a gerar um impacto colateral positivo de redução das emissões de CO<sub>2</sub>, de forma a contribuir para a implementação dos compromissos assumidos pelos países [13a] e na maior conscientização da sociedade [13.3], como nos casos da Quicko e da Cycle System.

O presente capítulo pretende abordar tais dimensões das Smart Cities apresentando um conjunto de soluções, já em prática, que têm impactado positivamente a vida de milhões de pessoas em cidades latino-americanas. Do ponto de vista metodológico, serão apresentadas oito iniciativas divididas em quatro temáticas verticais, a saber: (1) Mobilidade, (2) Energia, (3) Edificações e (4) Gestão Pública. Para fins de análise comparativa, o mesmo questionário foi aplicado para todas as iniciativas. Espera-se que o conteúdo presente nas próximas páginas possa não apenas introduzir algumas das mais inovadoras iniciativas na América Latina, mas também oferecer incentivos e inspiração para que mais cidades busquem essas soluções que promovem impacto positivo nas vidas de seus cidadãos e no meio ambiente.

## 4.2 CASOS DIGITALIZAÇÃO E MOBILIDADE

### 4.2.1 Caso 1: Plan de Movilidad Urbana Sostenible - PMUS (Mobilise Your City)

O primeiro caso aqui apresentado é referente à cidade de Santo Domingo, na República Dominicana. Segundo o relatório MobiliseYourCity Global Monitor 2022, o motivo estrutural para a criação da iniciativa se dá pelo fato de que o atual sistema de transportes da cidade de Santo Domingo é produto de uma urbanização que, historicamente, teve crescimento rápido, desregulado e desigual. Isso provocou um grande desequilíbrio nos níveis de serviço, atividades socioeconômicas e na qualidade de vida entre as regiões da cidade (principalmente entre o centro da cidade, “Distrito Nacional”, e a periferia). A periferia, por exemplo, é afetada pela falta de serviços públicos, como o transporte público formal. Tal cenário incentivou a criação de um sistema de transporte baseado, principalmente, no transporte individual motorizado, com pouca consideração nos espaços públicos (estradas principais muito estreitas),

pedestres e ciclistas nas regiões periféricas (VEMURI et al., 2022). Isso ocorre, sobretudo, pelo crescimento acelerado de veículos, a uma taxa de 10% ao ano pelos últimos 7 anos, o que dificultou a adaptação de políticas públicas, como mostra a Figura 34. Os serviços de transporte informal são mais desconfortáveis, inseguros, e têm sua qualidade inferior compensada por tarifas mais baratas. “No entanto, como a política tarifária está nas mãos das associações de transporte informal, estas podem abusar deste poder para fixar tarifas a níveis excessivamente elevados” (VEMURI et al., 2022).

Além de um elevado número de acidentes, os veículos antigos e altamente deteriorados também contribuem para a poluição atmosférica e emissões de GEE. Por fim, a soma do transporte informal às elevadas taxas de motorização (mobilidade fragmentada) produz um trânsito marcado pelo congestionamento e altos tempos de deslocamento, que impactam muito na qualidade de vida da população (VEMURI et al., 2022).

Nesse contexto demarcado por inúmeros desafios, o Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) surge como um projeto elaborado pelo MobiliseYourCity Partnership, uma instituição de parceria global que visa à implementação de planos de mobilidade urbana sustentável, ao desenvolvimento de políticas e ao aumento de investimentos para transportes sustentáveis em economias emergentes (VEMURI et al., 2022). Um dos objetivos do MobiliseYourCity é usar métodos inovadores de planejamento e digitalização e promover o estado da mobilidade e das tecnologias de transporte (SYSTRA, 2019). O PMUS, que foi aplicado em Santo Domingo, faz parte do seu plano estratégico, desenvolvido de forma participativa e integrada de modo a oferecer uma perspectiva mais inclusiva. Ele busca apostar em inovação tecnológica e práticas sustentáveis para transformar a mobilidade urbana de Santo Domingo.

Já no que tange ao arcabouço regulatório, antes da aprovação da Lei 63-17 de 2017, que instituiu a criação do Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANS), o panorama institucional de Santo Domingo era marcado por uma alta fragmentação e por baixas capacidades reguladoras e de aplicação da lei por parte das autoridades públicas. Isso permitiu o desenvolvimento de muitos transportes públicos não regulamentados na cidade (VEMURI et al., 2022). Com a criação da INTRANS em 2017, esse passou a ser o órgão de autoridade nacional, centralizando as competências reguladoras e processos decisórios dos transportes públicos. A INTRANS é responsável pela regulamentação e formalização do transporte público, estabelecendo padrões de serviço e qualidade como condição para a emissão de licenças, centralizando a política tarifária e promovendo a corporatização dos operadores informais. Para lidar com esses esforços de centralização, o INTRANS lançou o Cortaram 2.0, que faz parte de um grupo de soluções baseadas em inteligência artificial em seu sistema integrado de transporte público para digitalizar as informações.

O INTRANT ficou responsável, então, por: integrar transportes públicos; desenhar linhas de ônibus secundárias; realizar estudos sobre serviços de transporte escolar; realizar estudos sobre aprimoramento no planejamento de demanda de transportes; aprimorar o acesso para pessoas com deficiência; aprimorar comunicações dos serviços de transporte público para usuários; realizar estudos de apoio à integração do planejamento urbano e de transportes; solidificar uma política de integração tarifária, de tarifas sociais, de planejamento da demanda de transportes, de modernização da frota de veículos privados, de estacionamento e de regulação de trânsito.

Além dele, diferentes órgãos do governo aparecem como possíveis fontes de financiamento para a implementação de projetos do PMUS:

- I. Oficina para el Reordenamiento del Transporte: responsável por aumentar a capacidade de passageiros nas linhas de metrô 1 e 2;
- II. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones: responsável pela extensão do metrô, construção de 5 corredores BRT ou LRT, construção de 4 linhas de bondes; criação de 5 linhas de ônibus expresso; aprimoramento da infraestrutura de linhas intermunicipais e municipais; aprimoramento e expansão de calçadas e pistas de ciclistas; implementação de um sistema público de compartilhamento de bicicletas; aprimoramento do acesso para pessoas com deficiência e a imagem e atração do sistema de ônibus; política de estacionamento etc.;
- III. os municípios são responsáveis pelo aprimoramento e expansão de calçadas e pistas de ciclistas; implementação de um sistema público de compartilhamento de bicicletas; desenvolvimento de um corredor verde ao longo do rio; aprimoramento do acesso para pessoas com deficiência; aprimoramento da imagem e atração do sistema de ônibus; estudos de apoio à integração do planejamento urbano e de transportes; política de estacionamento;
- IV. a Autoridade Nacional dos Portos é encarregada de prover áreas de estacionamento em zonas de porto; integrar a gestão da interface cidade-porto em planejamento local e nacional; e implementar plano de entrega e recolhimento de mercadorias em zonas portuárias;
- V. o Ministério das Finanças é responsável por políticas de modernização da frota de veículos privados.

De maneira geral, o envolvimento das partes interessadas ocorreu de diferentes formas: o Comitê de direção ficou responsável em comunicar o progresso do PMUS, discutir e decidir sobre as decisões políticas; reuniões bilaterais foram pautadas para apresentar e discutir decisões técnicas e políticas com os municípios e ministérios; grupos focais para trabalhar sobre temas selecionados pelo INTRANT (espaço público com comitês de bairro, transporte escolar com instituições educativas e pais) foram definidos; e foram organizadas entrevistas presenciais e mesas de discussão para melhorar o conhecimento de setores específicos (logística) ou áreas geográficas (municípios).

Além disso, como parceiros internacionais para apoiar tecnicamente o PMUS se estabeleceram a União Europeia (UE), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Agence Française de Développement (AFD) (essa última atuante também como parceira estratégica de implementação).

A implementação, os objetivos e alvos do PMUS são definidos por Vemuri et al. (2022).

- i. Desenvolver uma rede de transportes abrangente e integrada que responda às diferentes realidades dos municípios constituintes e à crescente procura de mobilidade;
- ii. Garantir a igualdade de acesso à população como um todo e (re)estabelecer a conectividade em zonas afetadas por barreiras naturais e infraestruturais;
- iii. Tornar-se um instrumento de auxílio, a partir do mapeamento e análise permitidos pela digitalização, para projetar necessidades futuras e planejar o desenvolvimento de infraestruturas e serviços.
- iv. Promover a utilização de meios de transporte sustentáveis (coletivos e ativos) e melhorar a rede de transportes públicos, melhorar e expandir as infraestruturas de calçadas e vias de ciclistas, e integrar o planejamento urbano e de transporte;
- v. Alinhar e reforçar as condições institucionais, técnicas e financeiras para a implementação de um sistema de mobilidade sustentável.
- vi. Fornecer orientações metodológicas, assegurando a viabilidade e eficácia do plano e dos seus produtos, através da capacitação de funcionários da INTRANT e da assistência técnica fornecida à cidade ao longo de todo o projeto.

Após o MobiliseYourCity apresentar três planos de ação para a cidade de Santo Domingo - Cenário Base, Cenário Central e Cenário Ambicioso - o INTRANT selecionou o Cenário Ambicioso como base para a definição e seleção de medidas futuras.

O Cenário Ambicioso inclui marcos adicionais, tendo em conta o estabelecimento de um sistema financeiro robusto com uma grande variedade de fontes e instrumentos de financiamento (incluindo a taxa de congestionamento e taxa de propriedade), a inclusão de medidas de gestão da procura de transportes, a promoção de modos de transporte ativos e coletivos, e a criação de incentivos adicionais às empresas e aos indivíduos para que mudem para modos de transporte sustentáveis (VEMURI et al., 2022, p. 181).

Ainda, é importante mencionar o plano de capacitação tecnológica da PMUS, aplicado ao longo de 2018 e 2019, destacando-se a qualificação dos funcionários da INTRANT nas seguintes áreas:

- (1) Introdução às ferramentas digitais do SYSTRA Engenharia - uma empresa de consultoria francesa especialista em mobilidade - e gestão do ITSIM - uma plataforma digital de transporte desenvolvida pela SYSTRA;
- (2) Obtenção de financiamentos externos;
- (3) Gestão da demanda;
- (4) Estruturação de uma rede de ônibus, na teoria e na prática, através da plataforma ITSIM;
- (5) Desenho de redes de ônibus, via plataforma ITSIM - podendo ser baixada em formato GTFS (Global Transit Feed Specification) para acesso a ferramentas como previsão de demanda ou sistemas de informação ao viajante;
- (6) Transportes de superfície e integração urbana;
- (7) Articulação das políticas de transporte e urbanismo;
- (8) Análise de dados; e

(9) Estudos de demanda através do modelo de 4 etapas e da gestão do Quetzal - um pacote da linguagem de programação Python4.

Em termos gerais, o uso de tecnologias digitais tem destaque na coleta e processamento de dados nos estágios mais iniciais, que são o momento de avaliação da demanda dos transportes públicos. Em Santo Domingo, foi feita a avaliação da interação entre os viajantes e os sistemas de transportes da cidade em 4 fases:

1. Geração (em cada zona da área modelada, quantas viagens vão começar e quantas viagens vão terminar);
2. Distribuição (quais são os fluxos entre as zonas);
3. Seleção (escolha do modo de transporte); e
4. Atribuição (escolha da rota).

No caso de Santo Domingo, a coleta de dados para a aplicação desse modelo de 4 fases segue as seguintes estratégias (SYSTRA, 2019).

- i. Geração: utiliza os dados sociodemográficos disponíveis e as projeções de crescimento populacional.
- ii. Distribuição: baseado nos dados coletados da fase anterior, utiliza-se um algoritmo gravitacional duplamente limitado (respeita as condições de fronteira - geração e atração por zona).
- iii. Seleção/Atribuição: essas duas fases se unem para enumerar os carros disponíveis e rotas realizadas por transportes públicos através de um teste estatístico de probabilidade.

As ferramentas e softwares utilizados para estruturar os cenários que serão aplicados na cidade são o ITSIM, que permite o desenho e otimização das redes de transporte, e o Quetzal, que oferece os algoritmos necessários para a implementação do modelo de 4 fases de avaliação da demanda.

---

4 Disponível em: <https://systragroup.github.io/quetzal/docs/build/index.html>

Enquanto foi desenhado, o projeto tinha a necessidade de receber um investimento de 2,6 bilhões de dólares para a mobilidade urbana, dos quais 1,25 bilhões de dólares já possuíam financiamento garantido. Entre doadores internacionais, a AFD, UE e BID doaram 550 mil dólares para a assistência técnica do projeto.

A União Europeia apoiou a implementação do PMUS através da Caribbean Investment Facility e a assistência técnica foi implementada pela AFD com um orçamento de 10 milhões de euros. O projeto é conhecido como Assistência à Implementação do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (AISUMP), sendo composto por dois fatores: o reforço da capacidade de serviço relacionada com o Plano Nacional de Mobilidade Urbana na República Dominicana, centrado nos transportes não motorizados, transporte público, mobilidade inteligente e reforço institucional; e implementação do PMUS Santo Domingo com estudos prévios ou de viabilidade e projetos-piloto (VEMURI et al., 2022).

Esta assistência técnica será prestada à INTRANT por quatro anos, a contar da vigência. Visa apoiar a implementação das ações do PMUS, supervisão da execução do contrato e reforço das capacidades técnicas. Estes esforços ajudam a cidade na transição entre o processo de planejamento do projeto e a fase de implementação (VEMURI et al., 2022).

Entre os desafios críticos para a mobilidade, o projeto lista que apenas 10% da população tem acesso a transportes públicos formais, com predominância de carros particulares e serviços de transporte informais, e grande variedade de serviços de transporte não integrados. É notável, também, uma desigualdade nos transportes, com péssimas condições para usuários que não possuem carros privados. Ainda, entre os desafios para a implementação do projeto PMUS, há um destaque para o fato de que, por ser um órgão muito recente, o INTRANT tem uma capacidade institucional limitada para lidar com os diferentes projetos do PMUS. Há um pequeno número de funcionários para atender às necessidades da cidade e um baixo número de especialistas em mobilidade urbana. As universidades locais não oferecem formações completas sobre planejamento de transportes urbanos, fazendo os profissionais do INTRANT recorrerem a experiências estrangeiras. A atribuição de recursos financeiros não é garantida, uma vez que os orçamentos são definidos a nível nacional. Isso recai na questão de que os projetos de mobilidade urbana estão competindo contra outros setores por financiamento. Uma vantagem apresentada pelo relatório é que o setor de transporte urbano é um dos poucos com potencial de gerar receitas (de tarifas, estacionamentos, multas etc.), e essas receitas poderiam ser direcionadas para as iniciativas desenvolvidas pelo PMUS. Apesar da criação do INTRANT, o panorama financeiro ainda está fragmentado a nível nacional, em vários ministérios, e muito

limitado a nível municipal, o que os torna muito interdependentes. Espera-se que a INTRANT ajude a canalizar, gerir, e alavancar recursos financeiros e melhorar a coordenação entre os intervenientes centrais.

É necessário empenho político para o desenvolvimento dos projetos. Muitas iniciativas não são vistas com bons olhos pelo público (como a construção de vias para ciclistas em uma cidade onde o número de ciclistas urbanos é baixo), tornando-se necessário que os tomadores de decisão sejam formados e informados sobre o paradigma de mobilidade sustentável. Tanto o apoio das organizações da sociedade civil como a disponibilidade de financiamento internacional ajudam a posicionar o tema na agenda política. Uma coordenação de vários níveis requer um fluxo constante de troca de informações e relações entre as autoridades nacionais e locais. Esse diálogo ajuda a definir de forma mais clara as responsabilidades para a implementação das iniciativas do PMUS, na medida em que muitos deles precisam da regulamentação local.

Entre uma das iniciativas do PMUS Santo Domingo, para promover a mudança para uma mobilidade sustentável, destaca-se o desenvolvimento de uma plataforma digital até 2023. Essa iniciativa de impacto social promove a produção de dados sobre a oferta de transporte público, especificando as modalidades de produção e o formato dos dados primários. Além disso, também tem como objetivo fornecer acesso fácil às informações sobre serviços de mobilidade e, assim, promover a atratividade e o uso dos serviços de mobilidade. O princípio de ação dessa iniciativa está detalhado nos tópicos abaixo, segundo Systra (2019, p.172):

- i. Definir uma política de dados abertos ao usuário do transporte público, facilitando a comunicação com o público, em termos de pontos de acesso à informação, natureza, formato e suporte;
- ii. Desenvolver uma plataforma de informação multimodal digital, aberta aos principais atores institucionais interessados;
- iii. Desenvolver canais de divulgação, como um portal web ou um aplicativo, permitindo consultar a oferta de transporte, visualizar rotas, planejar sua viagem e comprar passagens, incluindo protocolos de acessibilidade apropriados para diferentes tipos de usuários.

Em comparação com 2018, e num cenário de existência do PMUS até 2030, os resultados esperados do projeto para Santo Domingo, em relação à emissão de gases de efeito estufa, quota modal e acessibilidade, são, de acordo com Vemuri et al. (2022):

- i. A redução entre 20% e 30% das emissões anuais de gases de efeito estufa em 2030;
- ii. O aumento de 10% para 43% do acesso da população à transportes públicos formais;
- iii. Aumento da quota modal de todos os transportes públicos combinados, de 36% para 44% (viagens realizadas por transportes públicos);
- iv. iv. 110 km de linhas de trânsito rápidas em massa;
- v. v. 150 km de novas ou aprimoradas pistas para ciclistas;
- vi. vi. 150 km de novas ou aprimoradas calçadas;
- vii. vii. Melhor acessibilidade para transportes públicos; e
- viii. viii. Papel de liderança da nova autoridade de transportes (INTRANS).

Os dois relatórios analisados apenas definem medidas futuras para serem implementadas, mas não fazem uma avaliação sobre as ações já produzidas.

A quota modal em Santo Domingo antes da implementação do projeto era composta por 40% car driver; 16% car passenger; 16% concho; 15% bus; 5% metro; 4% táxi/Uber; 2% motorbikes; 1% motorconcho e 1% outros. O transporte público na cidade é composto por serviços formais e informais (VEMURI et al., 2022). O sistema formal compreende 2 linhas de metrô, 1 linha de bonde e 11 linhas de ônibus composta por uma pequena frota de 160 ônibus. Os serviços informais são formados por 3.000 micro-ônibus e 16.000 táxis informais (chamados de conchos) que operam, respectivamente, ao longo de 84 e 114 linhas fixas. Há uma predominância dos serviços de transportes informais sobre os formais (de todas as viagens, 14% são feitas com conchos, 13% com ônibus e 9% com metrô).

Nenhum dos relatórios analisados apresenta dados sobre os resultados do projeto (ex.: quantas linhas ou frotas de ônibus foram criadas), apenas os resultados esperados (junto com o custo estimado, possíveis financiadores e período da implementação) (VEMURI et al., 2022).

Desenvolver e aprimorar um sistema de transporte sustentável, atrativo, acessível e seguro, a partir de uma infraestrutura física que dê prioridade ao transporte público

e ativo, foi a razão para o sucesso da iniciativa em Santo Domingo. Além disso, também se desenvolveu a criação de uma autoridade de transportes a nível estatal (INTRANT), abrindo uma nova perspectiva para o governo e para a gestão da mobilidade urbana. O órgão visa reduzir a fragmentação institucional, centralizando as funções de regulação e planejamento, contribuindo para uma melhor cooperação entre os níveis estratégico, tático e operacional. A liderança da INTRANT no desenvolvimento e implementação do PMUS ajuda a canalizar e alavancar recursos financeiros adicionais de esferas privadas, públicas e internacionais para a fase de implementação (VEMURI et al., 2022).

Um diferencial dessa iniciativa é que, apesar da implementação dos planos de mobilidades e programas de investimento serem responsabilidades das cidades e países membros (VEMURI et al., 2022). O MobiliseYourCity proporciona suporte para essas regiões através de quatro áreas, que consistem em:

- i. Plano de mobilidade: apoiar a implementação e investimento de projetos desenhados de transportes inclusivos e de baixa emissão de carbono. Isso pode ocorrer através do apoio às cidades-membros na preparação de planos e projetos de mobilidade sustentável no nível municipal; apoiar países membros na preparação de políticas de mobilidade urbana e programas de investimento em nível nacional; encorajar o uso de tecnologias digitais para aprimorar a gestão da mobilidade;
- ii. Capacitação: equipar os profissionais com soluções testadas e escalonáveis. Isso ocorre através do desenvolvimento de metodologias e ferramentas para as áreas de foco; ofertar treinamento para os profissionais de mobilidade através de parcerias estratégicas; aprimorar a plataforma digital do MobiliseYourCity para treinamentos, intercâmbio e disseminação do conhecimento.
- iii. Apoio à implementação: capacitar os membros para fazerem a ponte entre planejamento e implementação para cidades verdes e justas. Isso ocorre através do incentivo à financiamentos inovadores em pequena escala para apoiar as caminhadas e o ciclismo; profissionalizar e melhorar os empregos no paratransit, mais especificamente através da construção de tecnologias digitais; apoiar reformas institucionais e regulatórias para permitir a implementação; e
- iv. Advocacia: encorajar instituições e indivíduos a aceitarem e financiarem a mobilidade sustentável. Isso ocorre através da comunicação de resultados

locais para influenciar a agenda global; envolver novos parceiros e membros para impulsionar ações ambiciosas; capacitar a mudança de comportamento local através do envio de mensagens baseadas em dados e evidências.

Além disso, outro diferencial é a busca por parcerias, como é o caso da atuação conjunta em digitalização com a Global Partnership for Informal Transportation (GPIT). Tal organização trabalha em conjunto com sistemas de transportes urbanos informais do Sul Global para incentivar inovações, aprimorar serviços e modificar os modelos de negócio, aproveitando de novas tecnologias e de políticas inovadoras (VEMURI et al., 2022).

Ao discutir sobre os gastos estimados do projeto, existe a iniciativa de investir na produção de políticas de modernização para veículos de transporte público e privado, políticas de tarifas sociais, políticas de tarifas integradas, política de planejamento da demanda de transportes e política de estacionamento.

#### 4.2.2 Caso 2: Quicko App – Brasil

No Brasil, a Quicko atua em 8 cidades brasileiras: Rio de Janeiro, São Paulo, Salvador, Belo Horizonte, Fortaleza, Porto Alegre, Curitiba e Campinas. Com a aquisição por parte da MaaS Global, empresa finlandesa de mobilidade urbana, a Quicko passou a atuar também em Helsinque e Turku (Finlândia), Antuérpia (Bélgica), Viena (Áustria) e West Midlands (Reino Unido). Além disso, também atua em cidades na Suíça e na Região Metropolitana de Tóquio, no Japão (MARQUES, 2022).

O projeto foi criado no final de 2018 e o aplicativo da Quicko foi oficialmente lançado em novembro de 2019. A startup surgiu para desenvolver uma plataforma Mobility as a Service (MaaS) para as cidades brasileiras e, com isso, facilitar a rotina dos usuários do transporte público através da integração da informação dos meios de transportes disponíveis na cidade num aplicativo online. A MaaS é um conceito recente usado para explicar como as pessoas, principalmente as que não possuem meios de transporte, podem usufruir dos modais oferecidos pela cidade para o exercício da sua mobilidade. Além disso, a MaaS permite integrar as experiências dos cidadãos no centro da discussão e planejamento da mobilidade urbana (PODCAST RIO BRAVO, 2021).

A Quicko nasceu da insatisfação generalizada das pessoas com os deslocamentos diários, que é composto por incertezas, imprevistos e desconfortos. O principal propósito da empresa, desde o momento de sua criação, foi construir mobilidade para as pessoas, facilitando os deslocamentos urbanos e tornando as jornadas mais inteligentes, através de dados e da tecnologia (MARQUES, 2022). O aplicativo fornece

diversas funcionalidades aos usuários para o planejamento de um trajeto, tais como: informações sobre a disponibilidade de modais, tempo e custo estimado da viagem de um ponto a outro, e horários de trem/metrô/ônibus nas cidades. Além disso, a plataforma online da Quicko também permite a ação da recarga de bilhete de transporte público ou o pagamento dos serviços fornecidos pelos seus parceiros diretamente pelo aplicativo (QUICKO, 2020b). Tais funcionalidades da Quicko garantem uma maior conectividade entre os meios de transporte em tempo real, tornando o sistema de mobilidade mais previsível e possibilitando que o usuário tenha uma visão integrada do seu trajeto (SOUSA, 2021).

A empresa possui uma política de privacidade uma vez que os usuários compartilham seus dados pessoais para acessar os serviços disponíveis no aplicativo. Entre eles, destacam-se, por exemplo, inserir dados pessoais como o CPF e as informações bancárias para a recarga do cartão de transporte ou compartilhar sua localização e horário de acesso ao aplicativo para selecionar os meios de transportes disponíveis ou rotas para a sua mobilidade. A base legal da empresa para o tratamento desses dados pessoais é a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei 13.709/2018), mais especificamente o artigo 7º, pois se trata de uma exigência da Lei 12.965/2014 que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil (QUICKO, 2020a).

#### 4.2.2.1 Planejamento, introdução e barreiras

As cidades brasileiras ainda não atuam ativamente na implementação de políticas públicas que incentivem a aplicação da solução de mobilidade desenvolvida pela MaaS. Algumas cidades iniciaram a discussão e estudos sobre o tema da Mobility as a Service, mas geralmente existe pouca abertura para esses estudos em parceria com a iniciativa privada. Algumas cidades estão olhando para a solução MaaS da perspectiva de plataforma, e não focam na elaboração de políticas públicas que incentivem o surgimento de inovações na mobilidade das cidades (MARQUES, 2022).

Após a aquisição da Quicko pela MaaS Global, o principal objetivo da empresa passou a ser o lançamento de um programa de assinaturas para o transporte público (respostas enviadas), podendo integrar em uma única conta os gastos de diferentes modais (BARBOSA, 2021). Já existem programas similares introduzidos por outras empresas nas quais a Quicko se inspira, como o app Whim, também pertencente ao grupo finlandês da MaaS Global. Esse aplicativo oferece como solução a implementação de uma mensalidade para o uso irrestrito dos serviços de transportes da cidade (MARQUES, 2022).

Para proporcionar um sistema de mobilidade integrado ao usuário, a Quicko coleta informações de outros aplicativos e sistemas de informação sobre a mobilidade em

cada cidade. Em São Paulo, por exemplo, a empresa trabalha com os dados abertos sobre os ônibus fornecidos pela Prefeitura. Além disso, na área privada, destacam-se a parceria entre a Quicko e a operadora Tembici, uma plataforma que compartilha informação sobre a situação de ofertas de bicicletas em diferentes estações localizadas nas cidades (SOUSA, 2021).

O aplicativo compartilha informação, em tempo real, sobre linhas de ônibus e programa notificações sobre problemas e interrupções de serviço em rotas selecionadas. Além disso, o aplicativo também permite que seus usuários tracem roteiros de viagem através de um sistema próprio de georreferenciamento (BARBOSA, 2021).

Ao lançarem o aplicativo, os funcionários perceberam que os usuários optam por alternativas de deslocamento mais seguras, mais rápidas e mais convenientes. O critério de seleção de uma rota cai sobre questões como previsibilidade, segurança, conforto e simplicidade (PODCAST RIO BRAVO, 2021).

De acordo com os funcionários da empresa, existe um grande desafio para que toda a jornada das pessoas seja cada vez mais suportada pela tecnologia, seja na incorporação dessa tecnologia pelo sistema de transporte público, seja pelo fomento do mercado de inovação de mobilidade. O desafio de atuação do aplicativo da Quicko se divide entre encontrar um produto digital que atenda às necessidades da população e estreitar o alinhamento com órgãos públicos para promover políticas alinhadas com o incentivo à inovação. Desse modo, a abertura de dados operacionais do sistema de transporte público, assim como a atualização dos sistemas de bilhetagem, são dois pontos essenciais para a implementação do MaaS nas cidades brasileiras. O fomento à economia criativa na mobilidade também é essencial para a implantação de um produto realmente eficiente para a melhora da experiência do usuário na mobilidade, tornando as cidades mais eficientes, igualitárias e sustentáveis (MARQUES, 2022).

Além disso, os funcionários também destacam os desafios relacionados à política pública de mobilidade, como abertura de dados de transporte público e a renovação da infraestrutura do sistema de bilhetagem no mesmo. Em muitos contratos das concessões de transporte público falta clareza, ou ocorre que tais contratos delegam o poder decisório para o operador privado, o qual não possui, necessariamente, interesse em investir na qualificação da operação para o usuário final, apenas cumprir com o contrato. Portanto, os funcionários da Quicko relatam a importância de se rever os modelos de contratação do transporte público, permitindo que o governo municipal seja o tomador de decisões sobre a infraestrutura do transporte e abertura dos dados. Os meios de pagamento no sistema de transporte, ao serem de responsabilidade do poder público, devem permitir, através de um edital público,

a integração e interoperabilidade com plataformas de comercialização de crédito e mídias de desbloqueio de catracas. É importante ter essa regulação não só em nível municipal, mas também a nível nacional, ressaltando a importância da abertura dos dados de transporte como um direito do cidadão, assim como diretrizes para formatação e divulgação dos dados. Essas regulações e projetos em escala nacional e municipal também são importantes para incentivar novas soluções privadas de serviço de mobilidade que devem ser planejadas em complemento ao sistema de transporte público, reduzindo a dependência do automóvel privado (MARQUES, 2022).

#### 4.2.2.2 Mensuração e indicadores (relacionados à Agenda 2030)

Os principais indicadores desenvolvidos pela empresa, para avaliar o desempenho do aplicativo, estão relacionados com o número de usuários ativos na plataforma online, além dos usuários que efetuam recarga do cartão de transporte público pelo aplicativo da Quicko (MARQUES, 2022). Entre os dados disponibilizados pela empresa em relação ao uso do aplicativo no Brasil, foram registrados mais de 500 mil usuários ativos na plataforma da Quicko (MARQUES, 2022).

Entre as boas práticas relacionadas ao aplicativo, destaca-se como a plataforma digital da Quicko pode incentivar a digitalização da venda de créditos do transporte e reduzir os custos dos operadores do transporte e do sistema de bilhetagem (MARQUES, 2022).

A MaaS Global atua incentivando comportamentos mais sustentáveis nos deslocamentos urbanos ao oferecer opções mais sustentáveis, fáceis e eficientes para seus usuários. Nesse sentido, a Quicko visa a substituição do automóvel privado por serviços compartilhados e transportes públicos. O objetivo é criar cidades mais acessíveis, igualitárias e inovadoras, reduzindo o uso excessivo do automóvel privado e os males causados por eles, como emissões de gases poluentes, acidentes, uso de recursos urbanos, entre outros (MARQUES, 2022). Com isso, a Quicko é guiada pelo princípio de quanto maior for o compartilhamento de informações sobre o sistema de transporte coletivo, maior a chance de construir práticas sustentáveis na cidade, uma vez que o usuário tem mais previsibilidade e confiança no transporte público. Em outras palavras, quanto mais mapeável for o sistema de transporte público de uma cidade, maior a chance de as pessoas optarem pelo modo coletivo e deixarem seus carros particulares em casa (SOUSA, 2021).

Entre as práticas inovadoras da Quicko, destacam-se as notificações do aplicativo sobre problemas ou interrupções nas rotas e/ou frotas do sistema de mobilidade público (BARBOSA, 2021) e o incentivo para que os usuários do aplicativo relatem o

que acontece nos transportes. Esses alertas são fundamentais para o planejamento da mobilidade, uma vez que a Quicko compartilha tais alertas com os operadores e o poder público (SOUSA, 2021).

Além disso, também vale destacar a inovação proporcionada pelo Clube Quicko. Esse é um programa de fidelidade em que a acumulação de pontos garante benefícios ao usuário na utilização de transportes públicos de sua cidade. A acumulação de pontos é feita a partir da realização de ações dentro do próprio aplicativo, como buscar uma rota ou enviar um alerta sobre a situação de um transporte. Esses pontos podem ser revertidos por crédito no cartão de transporte público. A parceria da Quicko com a companhia de ônibus privada Buser também garante ganhos no Clube Quicko, uma vez que a cada viagem de ônibus pela Buser são acumulados pontos para o usuário.

Na cidade de São Paulo, porém, não foram construídas políticas que contribuíssem para a evolução do produto da Quicko. No entanto, antes da implementação do projeto, a cidade já possuía uma política de abertura de dados e credenciamento para a venda de créditos de transporte. Sem essas políticas, não seria possível implementar o produto atual da Quicko (MARQUES, 2022). Na cidade do Rio de Janeiro, foi firmada uma parceria para o compartilhamento de dados e qualificação da experiência do usuário no transporte, trabalhando constantemente para qualificar os dados de transporte e informação ao cidadão (respostas enviadas). Já na cidade de Salvador, a experiência inovadora proporcionada pela Quicko atuou em parceria direta com o operador do sistema de metrô da cidade, o metrô Bahia (MARQUES, 2022). Tal parceria facilitou aos usuários do sistema de metrô terem acesso aos seus extratos e saldos do bilhete de transporte, assim como facilitou o processo de recarga do cartão via aplicativo (PODCAST RIO BRAVO, 2021).

## 4.3 CASOS DIGITALIZAÇÃO E ENERGIAS RENOVÁVEIS

### 4.3.1 Caso 3: Cycle System

A empresa Cycle System foi fundada em Bogotá, Colômbia, mas atualmente também possui operações em Londres e Abu Dhabi. A ideia da Cycle System surgiu no final de 2017, depois da startup ter participado do Hackathon internacional “Unchain the Frame”, da IBM, quando o projeto ainda se chamava “Watt”. Segundo David Castaño, CEO e Cofundador do Cycle, “a principal motivação foi buscar mudanças no sistema energético, que, em nossa opinião, estava aquém de fornecer soluções para a transição energética. Sabíamos que comunidades remotas que precisavam de acesso à energia também precisavam de mecanismos que lhes permitissem ter

novas fontes de renda, e transações de energia peer-to-peer (P2P) eram necessárias para isso, incentivando a comunidade a cuidar e dimensionar as soluções de energia renovável recebidas”.

No que tange ao arcabouço regulatório, o projeto Cycle System funciona no marco da transição energética, que na Colômbia deve ser liderada pelo Ministério de Minas e Energia. Durante o governo do atual presidente da Colômbia, Iván Duque, foi dada prioridade à busca de novas jazidas de petróleo e gás e à incorporação de geração de energia renovável em grande escala, principalmente solar e eólica. Embora à primeira vista isso parecesse algo positivo, tem sofrido muita oposição devido ao impacto social que tem causado nas comunidades onde os projetos são realizados; projetos que deixam enormes benefícios econômicos para as multinacionais, mas muito pouco para o próprio país (CASTAÑO, 2022). Ainda, Castaño explica que o mercado energético colombiano é cooptado pelo oligopólio de três empresas e que, devido à sua grande capacidade de lobby, esse arranjo acabou atrasando e dificultando um avanço mais ambicioso na digitalização do setor energético. O atual governo colombiano estruturou uma Missão de Transformação Energética, onde especialistas nacionais e estrangeiros trabalharam em cinco áreas de interesse:

- i. Concorrência, participação e estruturação do mercado elétrico;
- ii. Fornecimento, comercialização, transporte, armazenamento, regaseificação, demanda, aspectos institucionais e regulação do gás natural;
- iii. Descentralização e digitalização da indústria e gestão eficiente da demanda;
- iv. Eliminação de lacunas, melhorando a qualidade e a formulação de subsídios eficientes; e
- v. Revisão do marco institucional e regulatório.

No entanto, apesar da importância dos documentos finais entregues pela Missão, de acordo com o CEO do Cycle System, tal entrega não foi acompanhada por uma implementação satisfatória por parte do governo, que deixou grandes lacunas.

Segundo Castaño (2022), o governo dos Emirados Árabes Unidos concedeu um subsídio de US\$ 150.000 em 2018, o que permitiu consolidar uma equipe de Pesquisa e Desenvolvimento para realizar o projeto. Já o governo do Reino Unido selecionou a Cycle System para fazer parte do Global Entrepreneurship Program, dando suporte

para o início de suas atividades no país, onde a empresa visa abrir sua nova sede. Por fim, a Cycle System relata ter encontrado pouco apoio do Governo Nacional da Colômbia para o desenvolvimento de projetos.

Segundo Castaño (2022), os fundadores da Cycle e a equipe construída nos últimos anos têm formação científica e acadêmica, razão pela qual são muito propensos à utilização de metodologias e/ou abordagens estruturadas para o desenvolvimento de projetos. Ainda, ele afirma que “para a estruturação interna das equipes da Cycle, utilizamos a metodologia de desenvolvimento ágil Scrum. Também incorporamos metodologias de Design Thinking para a construção de projetos. Para a apresentação dos projetos de engenharia utilizamos a metodologia da FIDIC (Federation of International Consulting Engineers).

A iniciativa Cycle System foi criada com o ideal de subverter a tradicional indústria global de energia e promover a criação de mercados locais, capazes de beneficiar comunidades isoladas, permitindo que elas acessem tal energia por meio de fontes de geração renovável. A solução do Cycle pode funcionar de forma independente, como uma microrrede doméstica que, quando conectada a outros módulos (na forma de uma microrrede comunitária), permite transações de energia entre os vizinhos, maximizando e otimizando a capacidade energética local.

O Sistema de Gestão de Energia (SGA) da empresa destina-se a promover “comunidades energéticas”, encontrando as melhores soluções entre os diferentes objetivos de uma única comunidade, o que gera mais benefícios do que na definição de objetivos individuais, além de ofertar uma gama mais ampla de serviços de suporte à rede. Nas palavras de Castaño (2022), “para alcançar o acordo entre diferentes comunidades em um nível superior, nossa solução inclui um SGA hierárquico de dois estágios para a operação e coordenação de vários grupos de DERs (microrredes). O EMS inclui um controlador, em tempo real, no nível da microrrede e um Robust Model Predictive Control (RMPC) para lidar com a incerteza presente no trabalho com renováveis e diferentes perfis de usuários no nível da rede principal. Sabendo da importância da segurança e rastreabilidade dos acordos de troca de energia e procurando ter um meio confiável e escalável para permitir transações virtuais de energia, incluímos o Blockchain em nosso sistema para criar um Energy Management Trading System (EMTS).”

Por conta do caráter inovador que circunda as soluções de redes transacionais de energia, muitas de suas atividades não são regulamentadas ou são até proibidas por lei. Na Colômbia, a política de transição energética se concentrou na incorporação de energia renovável em grande escala, enquanto a incorporação de novos modelos energéticos foi deixada de lado, o que dificultou as atividades da empresa. Além disso, houve também o obstáculo chamado por Castaño (2022) de “captura corporativa”

do governo pelas grandes empresas nacionais e multinacionais do setor energético, cujo poder de lobby acarreta novas regulamentações que sejam mais compatíveis com seus interesses, a despeito de geração distribuída de energia, dificultando e, conseqüentemente, desincentivando a criação de projetos de digitalização e/ou democratização de energia.

#### 4.3.1.1 Mensuração e indicadores (relacionados à Agenda 2030)

Ao longo dos anos, diferentes indicadores foram gerenciados para cada projeto apresentado e/ou desenvolvido, além dos indicadores internos gerais utilizados para medir o desempenho da equipe nas áreas administrativa, comercial e técnica. Para projetos de energia entre 2018 e 2021, foram levados em consideração principalmente como indicadores:

- a capacidade instalada em KW;
- a geração de KWh e o número de habitantes ou beneficiários do projeto;

Na área administrativa, os indicadores-chave tem sido o número de empregos gerados, número de projetos apresentados, reconhecimento nacional ou internacional e o valor investido na geração de conhecimento (P+D+I). A área comercial e a área de TI utilizam a metodologia Scrum e estabelecem diversos indicadores que buscam aumentar a velocidade da equipe para proporcionar uma resposta ao cliente que permite o desenvolvimento de negócios.

Dos projetos apresentados e realizados até agora, a Cycle System manifestou não possuir esses dados ou não ser livre para compartilhá-los.

Entre as boas práticas mais notáveis, pode-se citar uma interação direta com os líderes das comunidades onde o Cycle System opera, visando entender como as soluções oferecidas pela empresa poderiam se adaptar às necessidades dessas comunidades e impactá-las da melhor maneira possível. Além disso, Castaño (2022) explica que a empresa sempre buscou “o acompanhamento das universidades ou centros educacionais da região onde a comunidade está localizada, visto que já possuem uma confiança conquistada na comunidade e muita informação valiosa para fornecer feedback sobre os projetos a serem apresentados”. O Cycle tem estado intimamente ligado a focos de pesquisa multidisciplinar de universidades de prestígio na Colômbia, o que possibilita a formação de alunos com uma visão prática e estimulados à criação de novos empreendimentos de caráter social.

O Cycle permite fácil acesso ao mercado de energia para mais participantes, de forma que comunidades isoladas sejam capazes de gerar novas fontes de renda através da compra e venda local de energia. Ao fazer uso de tecnologias DLT

(Distributed Ledger Technology), como o Blockchain, o Cycle permite a realização de transações de energia P2P entre os habitantes da comunidade de forma direta, sem intermediários, gerando rentabilidade para essas pessoas e permitindo que, ao longo do tempo, essa prática se torne mais comum nas comunidades a ponto de se tornarem membros cada vez mais ativos na adoção e dimensionamento dos sistemas de geração e distribuição de energia.

Ainda, os projetos que o Cycle apresenta às comunidades buscam “um desenho conjunto entre a comunidade e os engenheiros, e que os recursos de geração de energia sejam alocados em cargas produtivas, como processamento de alimentos, por exemplo, para que a comunidade melhore sua competitividade” (CASTAÑO, 2022).

“Infelizmente, os governos locais, regionais e nacionais não têm se envolvido de forma decisiva nos projetos que vêm sendo desenvolvidos, contribuindo pouco ou nada para eles”, lamentou Castaño (2022). “Embora tenhamos buscado formas de comunicação com eles, as abordagens não foram bem-sucedidas. Por outro lado, tivemos sucesso trabalhando em conjunto com universidades e líderes comunitários.”

#### 4.3.2 Caso 4: Tyr Energia

A Tyr Energia é pioneira na solução de energia, no ramo da EnergyTech, que permite que pequenos e médios consumidores - como condomínios, comércios, serviços, grandes espaços, empreendimentos rurais, entre outros - tenham acesso ao Mercado Livre de energia e suas vantagens. A Tyr afirma que seus clientes têm desconto garantido de até 20% na conta de luz e são abastecidos com uso de energia 100% renovável. Assim, possibilitam negócios e empreendimentos mais sustentáveis e que incentivam a energia renovável no país.

A Tyr Energia surgiu em 2018 com o objetivo de “abrir” o mercado livre de energia para pequenos e médios consumidores, que, através das soluções tradicionais, não teriam acesso a opções de redução de custos sem investimento inicial e sem os riscos que a gestão do mercado livre comporta. Apesar de a sede da Tyr ser localizada no Rio de Janeiro, a empresa atua em todo o território nacional.

Na solução da Tyr, as unidades individuais (apartamentos, sala comerciais) de um condomínio, podem aderir à solução de redução de custos com energia renovável e sem custos iniciais. Para tal, são utilizados medidores de energia inteligentes, que permitem que seus clientes tenham acesso aos seus dados de consumo de energia de forma rápida e fácil. Para monitorar seus gastos, os clientes devem baixar gratuitamente o app da Tyr ou usar a sua plataforma online para acompanhar o consumo de energia, valor da conta de luz e, ainda, criar metas de gastos. O sistema do medidor inteligente possui algumas tecnologias

inovadoras, como o Blockchain, que potencializam a solução oferecida pela Tyr.

O investimento inicial na confecção de um business plan estruturado, que orientasse o melhor planejamento inicial em termos de captação de clientes e principais ferramentas para gestão. Ainda, a Tyr indica seu investimento na composição de um time multidisciplinar, responsável por gerenciar o negócio, e com visão sistêmica: comercial, engenharia, tecnologia.

Do ponto de vista da tecnologia, a gestão de informações do consumo dos clientes é baseada na tecnologia de Blockchain, garantindo maior transparência e segurança das informações.

Pelas regras do setor elétrico atual, apenas unidades consumidoras individuais ou agregadas em atendimento em média e alta tensão podem optar pela compra de energia no mercado livre. Dessa forma, essa modalidade hoje ainda não está disponível para os consumidores residenciais, por exemplo, limitando, assim, sua base de clientes.

Ademais, outro desafio enfrentado é o de baixo nível de informação da sociedade, de um modo geral, sobre o mercado livre de energia e suas oportunidades, em especial quando somado à possibilidade de acessar conjuntamente energia renovável.

#### 4.3.2.1 Mensuração e indicadores (relacionados à Agenda 2030)

A Tyr Energia não definiu KPIs objetivos sobre seu serviço até o presente momento. Entre metas e indicadores, a mais relevante usada pela empresa nessa primeira fase é a meta de captação de clientes. A Tyr Energia tinha como meta, em 2021, alcançar 15 clientes e, em 2022, alcançar 50 clientes. Hoje, já conta com 90 clientes em seu portfólio.

Do ponto de vista de indicadores que remetam à Agenda 2030, a empresa espera contribuir para o esforço de sustentabilidade através do acompanhamento da maior eficiência energética. Sua ferramenta de acompanhamento digital cria maiores condições para os clientes incrementarem a gestão do seu consumo energético. Outra significativa contribuição esperada é o fomento à maior adesão às fontes de energia renováveis. Na medida em que a Tyr Energia capta novos clientes, eles automaticamente estão reduzindo seu consumo de fontes não renováveis e aumentando o consumo de energia renovável.

Desse modo, o acompanhamento do consumo de energia dos clientes da Tyr Energia permite que eles tenham uma dimensão da contribuição para a Agenda 2030, pois eles utilizam a economia na conta do cliente em relação à tarifa da distribuidora e sua redução nas emissões de carbono – ainda que não tenham estabelecido métricas objetivas de acompanhamento até o presente momento.

A Tyr Energia oferece uma solução que agrega, de forma pioneira, economia, sustentabilidade e tecnologia. Além disso, possibilita que pequenos e médios clientes

migrem para o Mercado Livre de Energia, antes exclusivo aos grandes consumidores. Tudo isso sem investimento inicial, e com garantia de economia, isto é, sem surpresas no final do mês. Seus medidores inteligentes permitem que os clientes tenham acesso direto e prático aos seus dados de consumo de energia, através do aplicativo ou da plataforma online. Esse acesso à informação de consumo de energia pode ser considerado uma ruptura comportamental inovadora e significativa para o cliente. Nele, cria-se uma nova dinâmica na relação entre o consumidor e sua conta de luz, de forma que, ao oferecer mais detalhes em tempo real sobre o seu consumo, os clientes têm mais capacidade de agir sobre seu padrão de consumo. A iniciativa da Tyr Energia tem relacionamento diretamente com a concessionária de serviço público de energia elétrica local e não com os governos, de forma que seu objetivo não passa por fomentar políticas públicas, mas oferecer acesso à energia renovável a custos reduzidos.

Por ser uma EnergyTech, a solução da Tyr Energia tem impacto mais decisivo no ODS 7 - Energia Limpa e Acessível, em especial no que tange aos indicadores de acessibilidade universal à energia de matrizes renováveis e a preços mais acessíveis (7.1 e 7.2). A Tyr também espera, com sua solução, apoiar o indicador que fomenta a modernização e a expansão do uso de tecnologias para o fornecimento de energia (7.b).

## 4.4 CASOS DIGITALIZAÇÃO E EDIFICAÇÕES

### 4.4.1 Caso 5: Sistema Municipal de Informações Urbanas (SIURB) e Data.Rio - Brasil

O Sistema Municipal de Informações Urbanas (SIURB) é um sistema integrado e intersetorial desenvolvido pela prefeitura do Rio de Janeiro, com objetivo de coletar, processar, integrar e atualizar as informações desenvolvidas pelos diversos entes municipais. Dessa maneira, o sistema funciona tanto como um canal de comunicação entre os diversos órgãos do município, bem como um repositório de informações atualizadas que também permite a interação com tais dados. Através do SIURB, a prefeitura espera permitir que o compartilhamento dessas informações, de forma abrangente e com menos fricções, subsidie políticas públicas municipais com maior celeridade e qualidade.

Apesar do SIURB ser a “matriz” do sistema, o espaço centralizado de depósito, gestão e compartilhamento das informações, está apenas voltado para a dimensão interna da prefeitura, ou seja, funciona como uma ferramenta para o público interno.

Nesse sentido, o Data.Rio surgiu com uma plataforma digital aberta, alimentada pelos dados do SIURB. Anteriormente batizado de Armazém de Dados, o Data.Rio nasceu de um processo de renovação do projeto do SIURB, que foi viabilizado por uma parceria

com o Banco Mundial. O Data.Rio, dessa maneira, é uma plataforma digital aberta de acesso público, que oferece transparência de dados e incentiva a governança social, através de monitoramento e avaliação das políticas públicas pela sociedade civil.

A iniciativa do SIURB é criada em um contexto de aumento exponencial da geração de dados, da dificuldade inerente no seu processamento e compartilhamento (como o desafio da duplicidade de informação) e da maior demanda da sociedade civil por participação e transparência das políticas públicas, sendo uma ferramenta capaz de lidar com esses desafios.

A concepção do SIURB está contida dentro da Lei Complementar nº 111 de fevereiro de 2011 - o Plano Diretor do Município, tendo origem legal nos decretos nº 38.879, de julho de 2014, e nº 43.207, de 2017. Inicia-se no âmbito do Instituto Pereira Passos e, posteriormente, passa a ser administrado por um Comitê Gestor que conta com representantes de diversos órgãos da administração municipal, cabendo aos técnicos do Instituto Pereira Passos a operação das plataformas, enquanto o Comitê Gestor faz a definição dos métodos e planos de trabalho.

Dada a natureza de compartilhamento ativo do SIURB, o início do processo demandou um intenso trabalho de sensibilização das áreas técnicas de todos os órgãos envolvidos no compartilhamento de informações com o SIURB. Isso porque todas as informações individuais dos entes municipais eram criadas, processadas, geridas e armazenadas seguindo uma lógica própria. A introdução do SIURB demandou de todos um abrangente processo de equalização, de modo que todos “falassem a mesma língua”. O processo de implementação do sistema operou via criação de um Cadastro Técnico Multifinalitário (CADTEC) e na recepção das bases de dados dos entes municipais. Dado o caráter de ação compartilhada, foi necessário um amplo processo de treinamento e de operação assistida dos técnicos dos diversos órgãos municipais para a utilização do SIURB. Os técnicos do Instituto Pereira Passos desenvolveram métodos e ferramentas (como o Chart Builder e o Workflow) que permitiram a facilitação da operação pelos demais técnicos.

O processo de desenvolvimento do SIURB foi implementado em diversas etapas, de maneira construtiva e evolutiva, no qual, desde seu lançamento, suas metas correspondem a objetivos dentro das próprias etapas. Nos seus dois primeiros anos (2014/2015), as equipes envolvidas se dedicaram à estruturação do sistema, da integração e treinamento do pessoal envolvido e da recepção dos bancos de dados. Nesses dois primeiros anos, além do aumento da equipe envolvida no desenvolvimento do sistema, o projeto também contou com o estabelecimento de parcerias que permitiram agregar novas ferramentas e funcionalidades ao sistema, como a Universidade Estadual do Rio

de Janeiro e a NASA.

Em 2017, o SIURB passou por um processo de adaptação da sua organização interna devido a mudanças estruturais da prefeitura, mas sua lógica e filosofia se mantiveram e, desde aquele ano, o SIURB seguiu evoluindo, fomentando a digitalização e o compartilhamento de um maior número de bases de dados dos diversos órgãos municipais, através da incorporação gradual de novas funcionalidades ao sistema, como novos aplicativos, aprimoramento da versão mobile e a construção da agenda setorial anual.

O SIURB conta com algumas iniciativas inovadoras que têm permitido ao sistema se desenvolver de forma mais dinâmica, abrindo espaço para novas ideias e funcionalidades. A primeira é o SIURB Lab, que surgiu em 2018. O SIURB Lab é o Laboratório de Pesquisa e Inovação em Inteligência Geográfica e Informacional, que tem como objetivo tanto a estruturação de um ambiente de capacitação para técnicos de outros órgãos municipais que deverão interagir com o SIURB, como permitir um contínuo processo de inovação através do compartilhamento de ideias. O SIURB Lab tem o valor de dar institucionalidade e continuidade aos processos de capacitação e inovação, que até então eram conduzidos de forma ad hoc.

Sua estruturação opera em torno de quatro eixos: soluções em inteligência geográfica e informacional; desenvolvimento de projetos; programa de disseminação de conhecimentos; e sistematização de conteúdos.

Outra importante inovação, em termos de parceria, foi o processo de cooperação estabelecido junto ao Banco Mundial que permitiu, entre outras coisas, a parceria com a Agência Aeroespacial Norte-Americana, NASA, sendo possível criar um subsistema de previsão de chuvas e de deslizamentos.

O primeiro desafio inerente ao projeto foi relacionado à mudança de cultura de gestão de dados. Conforme indicado anteriormente, antes do SIURB, cada órgão municipal criava, processava e armazenava seus próprios dados. A criação do SIURB demandou um esforço de padronização intenso, em especial pelo sistema ter um caráter colaborativo. No entanto, tais desafios, aparentemente, têm sido mitigados rapidamente em função da percepção dos benefícios que a implementação do sistema tem trazido e na mudança de cultura que vem sendo estabelecida.

Um segundo desafio é a presença de um conjunto de bases de dados que ainda não entraram no sistema. Há um conjunto de informações relativas às políticas públicas de diversos setores que ainda não têm uma sistematização necessária para integrar a base de dados do SIURB. Nesse sentido, o desafio do time do projeto tem sido engajar os diversos órgãos municipais, que têm bases de dados fora do sistema, para apoiá-los em um sistema de capacitação da ferramenta e padronização de dados.

#### 4.4.4.1 Mensuração e indicadores (relacionados à Agenda 2030)

No período de criação do Data.Rio, quando a plataforma ainda atuava sobre o nome de Armazém de Dados, o principal objetivo era migrar o conteúdo tradicional de estatística - tabelas em formato Excel, mapas e textos - para uma plataforma online, otimizando processos a partir da automatização e diminuindo os custos processuais envolvidos, sendo tal diminuição de custos a métrica mais relevante para compreensão dos resultados. No contexto do PPA (Plano Plurianual) da Prefeitura do Rio de Janeiro, os alcances da iniciativa de digitalização passaram a se traduzir na relação entre a redução de custos possibilitada por ela e os valores gastos para a manutenção do SIURB e do Data.Rio, contidos no próprio PPA. Sendo assim, o Plano Plurianual compreende uma métrica de performance desses custos que é relacionada à quantidade de conteúdos produzidos. De forma objetiva, existem metas absolutas dentro da estrutura do PPA cujo principal objetivo é aumentar o número de conteúdo, que pode ser a construção de base de dados aberta, tabelas, base de dados geográfica, artigos, aplicativos de mapas online, API's, entre outros (MANDARINO, 2022).

No mais, observa-se a relação com as diversas bases de dados disponíveis pelo Data.Rio que possibilitam o monitoramento dos indicadores presentes nos ODS, caracterizando a relação entre as metas e atuações da iniciativa com a Agenda 2030.

O portal Data.Rio teve média superior a 100.000 acessos por mês nos últimos anos. São mais de 20.000 usuários diferentes por mês ao longo de 2022, em média. O Painel Rio COVID-19 é o produto mais acessado da plataforma SIURB/Data.Rio, contando já com 6.950.000 acessos desde seu lançamento, em março de 2020 - menos de duas semanas depois do início da transmissão comunitária da COVID-19 no Rio de Janeiro.

O portal Data.Rio tem mais de 4.000 diferentes itens à disposição do cidadão, entre bases de dados, planilhas, mapas interativos, relatórios, notas técnicas e outros tipos de conteúdo (SIURB, 2022).

A introdução do SIURB ofereceu à cidade, primeiramente, o benefício direto de maior eficiência no compartilhamento de dados entre os diversos entes municipais. Até o momento de sua implementação, o compartilhamento de dados entre os entes municipais na cidade do Rio de Janeiro seguia uma lógica de procedimentos independentes e estanques, ou seja, bilaterais e pontuais - o intercâmbio de informações operava apenas entre os atores envolvidos e servia apenas ao objeto em questão. A implementação do SIURB mudou essa lógica, permitindo um compartilhamento transversal, entre todos os entes, e em caráter contínuo. Isso permitiu a alimentação permanente do Data.Rio, oferecendo uma maior capacidade da sociedade civil de ter acesso a informações de maior qualidade e com maior transparência.

A contínua evolução do SIURB tem gerado um acúmulo centralizado de dados que, interligados, têm facilitado o desenvolvimento de novos tipos de mapeamentos da cidade. Sendo assim, a plataforma do SIURB tem oferecido não apenas novos Base Maps, como novas aplicações como o Insights (ferramenta de análise de dados), o Painel 1746, de monitoramento da cidade em tempo real, e o SigTEP, Sistema Gerenciador de Terreno e Construções de Equipamentos Públicos.

O SIURB é um sistema que, ao mesmo tempo, centraliza os dados de diversos atores da gestão municipal e consegue manter a sua autonomia. Isso acontece porque o SIURB permite que os entes individuais possam fazer, diretamente no sistema, a atualização de seus dados, evitando, assim, intermediários centralizadores. Por conseguinte, o sistema introduz dados mais rapidamente (ou seja, mantendo os dados online mais atualizados) e com mais qualidade, dado que os responsáveis pela criação desses dados têm a ação de sua inserção no sistema.

Entre as políticas criadas em decorrência da consolidação e união de dados pela Prefeitura do Rio, destaca-se o Cadastro de Favelas. Esse trabalho foi criado antes do Armazém de Dados, na década de 1980, e é o primeiro cadastro georreferenciado digital da Prefeitura. Diversas políticas públicas da cidade foram construídas a partir do mapeamento de dados e informações coletadas pelo Cadastro de Favelas e pelo SABREN (Sistema de Assentamentos de Baixa Renda) (MANDARINO, 2022).

O principal ODS relacionado com a iniciativa do projeto é o ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação, pois aborda temáticas como governança, transparência e acesso à informação. Por outro lado, a forte presença do ODS 17 não exclui a presença de outros Objetivos. Como o Data.Rio é composto por um conjunto variado de bases de dados, pode-se englobar outros ODS em diferentes questões, como na área ambiental, social, econômica, entre outras (MANDARINO, 2022).

O SIURB também teve um papel relevante nessa questão. A discussão e elaboração do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, utilizou o SIURB como uma plataforma de construção e análise de bases de dados (MANDARINO, 2022).

## 4.5 CASOS DIGITALIZAÇÃO E GESTÃO PÚBLICA

### 4.5.1 Caso 6: CiudAPP (Río Tercero) criado pela MuniDigital

A iniciativa da MuniDigital, empresa por trás da solução CiudAPP, implementada na cidade de Río Tercero, Argentina, começa através da história do seu CEO que cresceu em uma pequena vila da Argentina, onde seu pai era prefeito. Lá, ele pode

perceber que as inovações tecnológicas e a eficiência que elas traziam só atingiam as grandes cidades. Dessa forma, junto com um engenheiro de sistemas, o atual CTO da MuniDigital, eles construíram uma equipe com alguns ex-funcionários públicos e, em 2012, começaram a fornecer soluções em GovTech agnósticas, de modo a serem utilizadas em todos os tipos de cidades.

Desde então, a MuniDigital vem adquirindo vasta experiência, trabalhando exclusivamente com o setor público em vários países e segmentos, desde pequenas cidades, como Río Tercero ou Esmeraldas, no Equador, até províncias, como a Diputación de Burgos, na Espanha, as Províncias de Santiago del Estero e Córdoba, na Argentina, ou megacidades como Buenos Aires ou Barcelona. Atualmente, mais de 1.000 administrações públicas na América Latina e na Europa estão utilizando soluções desenvolvidas pela MuniDigital. Plataformas como o CiudApp do município de Río Tercero surgem como soluções de GovTech para lidar com desafios relacionados à administração das cidades, desde o mapeamento de dados, passando pela análise, gestão e utilização para impactar em políticas públicas municipais (MAGALHÃES, 2022).

A MuniDigital é uma empresa privada que oferece soluções em GovTech, de modo que as cidades interessadas, como o caso de Río Tercero, têm uma relação contratual objetiva de prestação de serviços. O engajamento entre a MuniDigital e as cidades parceiras se inicia a partir das demandas de cada cidade, que elege quais soluções específicas da plataforma gostariam de implementar. A partir da eleição do pacote de soluções digitais, a MuniDigital destaca uma equipe de indução, formação e implementação, que vai até a cidade em questão para trabalhar em colaboração com as equipes governamentais para parametrizar a plataforma e adaptar as soluções, de acordo com os requisitos e necessidades de cada administração.

Em geral, não é necessária uma preparação prévia das cidades para receber as soluções digitais, ainda que tenham casos em que foram lançadas políticas complementares para realizar um projeto de cidade inteligente, como, por exemplo, leis de assinatura digital ou incorporação de equipamentos IoT para complementar a plataforma (MAGALHÃES, 2022).

Do lado da MuniDigital, há um cronograma de implementação e etapas de entrega das soluções contratadas e que são avaliadas junto a cada cidade parceira. Esse cronograma geralmente começa com um protótipo estruturado em conjunto com os representantes da cidade que receberá a solução. Após os testes com o protótipo, os feedbacks são incorporados em algumas soluções intermediárias até o desenvolvimento da plataforma final.

Há um amplo número de indicadores possíveis de serem coletados, a depender do perfil da solução implementada na cidade. Dentre os indicadores mais frequentes

utilizados pelas soluções mais populares, pode-se destacar alguns relacionados ao uso da plataforma e aos benefícios que ela traz para os governos, tais como:

1. Número de usuários;
2. Número de incidentes registrados;
3. Número de bens públicos registrados;
4. Aumento da arrecadação;
5. Redução de custos; e
6. Tempo de reação às solicitações dos cidadãos, entre outros.

Do ponto de vista das cidades, mais uma vez, os indicadores e as metas são particulares ao seu contexto. No caso do Río Tercero, pode-se destacar a utilização de soluções que lidam com a administração da zona urbana, gestão da administração pública, entre outros. Dessa maneira, as metas são determinadas pelas próprias cidades em relação ao novo conjunto de dados que possuem e da maior eficiência que possuem ao utilizar a plataforma.

A MuniDigital tem estruturado, em seu portfólio, um conjunto de modelos de negócios para se adequar às particularidades de viabilização da contratação de suas soluções em GovTech, que vão desde a participação em licitações públicas ou participação em processos de aceleração de tecnologia, até a colaboração público-privada para a execução de projetos conjuntos (por exemplo, no Peru, construtoras e mineradoras doaram a implantação do sistema ao governo como modelo de Responsabilidade Social Corporativa) (MAGALHÃES, 2022).

A MuniDigital identifica em sua plataforma um conjunto de características que julgam torná-la inovadora e competitiva:

- Integral: a plataforma integra a gestão de vários departamentos e áreas governamentais e soluções para interação com os cidadãos;
- Interoperável: há várias APIs para integrar e compartilhar dados com qualquer outro sistema usado pelo governo;

- Imediata: a plataforma de gerenciamento é implementada em poucas horas e é muito simples de usar; e
- Inteligente: o software usa dados históricos para prever eventos futuros e sugerir ações ideais a serem tomadas.

O setor público, de maneira geral, é um cliente que apresenta certo grau de complexidade, principalmente devido à mentalidade e vícios de gestão que tendem a prevalecer, orientada para procedimentos burocráticos e baseados em papel. Dessa forma, o primeiro gap de implementação do projeto é o de reverter a tradicional cultura burocrática, em especial quando lidam com funcionários públicos mais antigos. Entretanto, a MuniDigital indica dispor de um time de implementação e uma metodologia de capacitação que busca mitigar esses obstáculos.

Um segundo desafio posto, já na etapa da implementação das soluções, é a capacidade dos municípios em engajar a sua população a utilizar a ferramenta do CiudApp. Segundo Marcos Ferrer (2022), intendente municipal de Río Tercero, o maior desafio é justamente o convencimento da população local das vantagens da plataforma, onde se poupa muito mais tempo e se pode medir com mais acurácia a efetividade que a cidade tem em resolver problemas<sup>5</sup>.

O CiudApp tem impactos transversais em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Eles dependem muito do conjunto de soluções implementadas em cada contexto. Entretanto, é possível perceber uma maior prevalência entre aqueles que são orientados para os seguintes eixos:

1. Meio Ambiente;
2. Desenvolvimento Humano e Social;
3. Fortalecimento Institucional (inclui eficiência e transparência do Estado); e
4. Participação Cidadã.

Soluções de GovTech tendem a ter impactos transversais, e no caso das soluções oferecidas pela MuniDigital, como o CiudApp da cidade do Río Tercero, os ODS contemplados dependerão do pacote de soluções praticadas em cada caso. Não obstante, podemos destacar o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e o

<sup>5</sup> Relato de Marcos Ferrer (2022) disponível em: <https://munidigital.tech/municipalidad-de-rio-tercero>

**ODS 17** - Parcerias e Meios de Implementação, que estão presentes virtualmente em todos os casos.

As cidades que utilizam soluções digitais de GovTech geralmente têm ganhos objetivos em um conjunto de áreas, como eficiência na gestão financeira, gestão de recursos humanos, administração de serviços, melhor mapeamento de seus equipamentos urbanos e bens públicos, construção e gestão de banco de dados, entre outros.

Outra boa prática comum a soluções de GovTech é o incremento da participação cidadã. Boa parte das soluções demandam inputs dos próprios cidadãos para a identificação dos problemas da cidade (como buracos ou árvores caídas), como também do ponto de vista de accountability (na medida em que as soluções geram ganhos de transparência na administração pública).

As solicitações são feitas na área “reclamos” na qual o usuário insere a fotografia de sua reclamação (buracos nas ruas, árvores não podadas), indica sua localização geográfica manualmente ou de forma automática através do GPS de seu celular, seleciona a área de serviço e o tipo de reclamação. No final, também existe uma caixa para “observações”, na qual o usuário pode descrever com mais detalhes suas reclamações e solicitações.

De maneira geral, as soluções digitais têm maior impacto na operação e na administração das cidades. Entretanto, em alguns casos, é possível identificar cidades que aproveitam o contexto da implementação dessas soluções para avançar em uma agenda de política pública direcionada à lógica das cidades inteligentes.

#### 4.6 RELAÇÃO COM A AGENDA 2030 E INDICADORES LOCAIS

Analisar como as tecnologias digitais se relacionam com a Agenda 2030, impulsionando os ODS nas cidades da América Latina, é o objetivo deste tópico. Para isso, é aplicada a metodologia GTT apresentada no Capítulo 1, a qual possibilita a classificação qualitativa da relação (forte, média e fraca) entre a implementação de soluções digitais com os ODS e suas metas. O resultado pode ser observado no



tecnologias digitais são totalmente aderentes às tendências de transição e descentralização energética, e à maior participação dos consumidores nos serviços e mercados de energia e mobilidade. Por isso, elas são frequentemente endereçadas em pacotes econômicos nomeados “verdes”, voltados para a recuperação econômica pós-

6 Nesse link, há um tutorial explicativo para o uso do aplicativo: <https://cbahoy.com.ar/regionales/la-municipalidad-de-rio-tercero-presento-la-aplicacion-ciudadapp/>

pandemia. Tendo em vista o caráter transversal das tecnologias digitais, considerou-se, para este estudo, que elas atuam facilitando ou possibilitando o alcance dos ODS do grupo tecnológico de mobilidade urbana e energias renováveis. Ou seja, ela tem um impacto classificado como indireto (relação média) em todos os ODS impactados por essas tecnologias. Assim, por exemplo, as tecnologias digitais possibilitam o uso de aplicativos que fazem a conexão em tempo real de vários modais de transporte nas cidades, melhorando o acesso aos mesmos (ODS 11). No setor de energia, através do big data, é possível otimizar a geração de energia renovável (ODS 7), através dos dados enviados por sensores instalados em painéis fotovoltaicos. As tecnologias digitais também ajudam na promoção da disseminação e na difusão de tecnologias ambientalmente corretas em diversas cidades e países (ODS 17).

Porém, destaca-se o impacto direto desse grupo tecnológico no ODS 9, que aborda a indústria, inovação e infraestrutura. A meta 9.4, por exemplo, trata de, até 2030, aumentar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com o aumento no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e práticas industriais limpas e ambientalmente corretas, com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades. Também é classificado como “relação forte” a implementação das tecnologias digitais com o ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima, que contempla, por exemplo, a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima (vide Quadro 18).

Quais são as metas específicas dos ODS associados às iniciativas de tecnologias digitais

ODS	METAS ESPECÍFICAS
   	<p>1.2 Reduzir a proporção de pessoas <b>que vivem na pobreza, em todas as suas dimensões;</b></p> <p>1.4 Garantir que todas as pessoas, particularmente os pobres e vulneráveis, <b>tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos</b>, recursos naturais e novas tecnologias apropriadas.</p>

**11** CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



3.9 Até 2030, reduzir substancialmente o **número de mortes e doenças** por produtos químicos perigosos, contaminação e **poluição do ar** e água do solo.

**12** PRODUÇÃO E CONSUMO RESPONSÁVEIS



6.4 **Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores** e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

6.b Apoiar e **fortalecer a participação das comunidades locais**, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

**13** AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



7.2 Aumentar a participação de **energias renováveis na matriz energética** global.

7.3 Aumentar a **eficiência energética**.

7.a Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à **pesquisa e investimentos em infraestrutura de tecnologias de energia limpa**.

**17** PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO



8.2 Aumentar a **produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação**, inclusive com foco em setores de alto valor agregado e daqueles intensivos em mão de obra.

8.3 **Promover políticas** para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, **geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação**.

8.4 Melhorar a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para **dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental**.

9.2 Promover a industrialização inclusiva e sustentável e **aumentar a participação da indústria no setor de emprego e no PIB**.

9.4 **Modernizar as indústrias para torná-las sustentáveis, com maior eficiência no uso de recursos**.

Classificação de impactos das tecnologias  Fraca  Média  Forte

9.5 Fortalecer a **pesquisa científica e melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais**.

9.b **Apoiar o desenvolvimento tecnológico e garantir um ambiente político propício** para a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities.

11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial **atenção à qualidade do ar**, gestão de resíduos municipais e outros.

12.c **Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis**, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado e refletindo seus impactos ambientais, tendo em conta porém os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento e de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas.

13.2 Integrar **medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais**.

13.3 **Melhorar a educação, aumentar a conscientização** e a capacidade humana e **institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima**.

13.b Promover a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, com **foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas**.

17.6 **Melhorar a cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e triangular regional e internacional** e o compartilhamento de conhecimentos.

17.7 Promover a **disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas**.

17.11 **Aumentar a participação global das exportações** dos países em desenvolvimento.

17.14 Aumentar a coerência das **políticas para o desenvolvimento sustentável**.

17.17 **Promover parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil eficazes**.

Fonte: elaboração própria a partir de ONU BRASIL (2018)

Seguindo a metodologia do GTT e, de forma complementar ao estudo das melhores práticas apresentadas ao longo deste capítulo, é apresentado, no Quadro 19, iniciativas

e projetos em tecnologias digitais, bem como indicadores correlatos resultantes do mapeamento referenciado no Capítulo 1 deste estudo.

Dentre as iniciativas/projetos que podem ser implementados nas cidades latino-americanas no âmbito das tecnologias digitais e que contribuem para o alcance da Agenda 2030, através do avanço nos ODS destacados, estão: projetos de massificação do acesso à internet em banda larga no município, principalmente nas regiões mais carentes em relação à infraestrutura para conexão; e controle e automação de redes elétricas, distribuição de energia de baixa e média tensão. Dentre os indicadores que podem ser utilizados para medir a implementação da digitalização nas cidades, estão: o percentual da população residente em domicílios com acesso à internet (%) e porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de energia (%).

#### Quadro 19 - Proposta de iniciativas, projetos e indicadores para o cumprimento dos ODS associados às tecnologias digitais nas cidades

INICIATIVAS/PROJETOS	INDICADORES PROPOSTOS PARA AS CIDADES
<p>Projetos de massificação do acesso à internet em banda larga no município, principalmente nas regiões mais carentes em relação à infraestrutura para conexão;</p>	<p>Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (em %);</p>
<p>Desenvolvimento de governança de TIC (incluindo arranjos organizacionais e capacitação de servidores públicos, por exemplo);</p>	<p>Percentual da população residente em domicílios com linha telefônica fixa ou móvel (em %);</p>
<p>Implantação da infraestrutura das redes de quinta geração (5G) de telefonia móvel;</p>	<p>Percentual da população residente em domicílios com acesso à Internet (em %);</p>
<p>Uso de big data e Inteligência artificial pelos governos;</p>	<p>Taxa de assinaturas de internet fixa de banda larga (por 100 habitantes);</p>

---

<b>Elaboração de plataformas de governo aberto;</b>	Percentual de domicílios com acesso à internet sobre o total de domicílios do município;
<b>Ampliação de aplicações de sensoriamento usando, por exemplo, as tecnologias de Internet das Coisas (IoT);</b>	Percentual de espaços públicos com Wi-fi (acesso livre à internet) sobre o total dos espaços e equipamentos públicos;
<b>Infraestrutura digital para melhoria da prestação de serviços aos cidadãos, os quais englobam o uso de canais eletrônicos, a integração para a prestação de serviços e a implementação de portais governamentais e de centrais de atendimento;</b>	Número de pontos de Wi-fi públicos na cidade;
<b>Inclusão Digital (com ações relacionadas à alfabetização digital e telecentros);</b>	Percentual de domicílios com acesso à 4G e 5G;
<b>Estímulo à atividade econômica com base em TIC (como comércio eletrônico);</b>	Número de serviços públicos entregues por meios eletrônicos;
<b>Iniciativas de e-Democracia (ou democracia eletrônica) através de uma maior e mais ativa participação cidadã, tornando possível o uso das TIC no processo democrático;</b>	Porcentagem de atividades de compras do setor público que são conduzidas eletronicamente;
<b>Oferta de serviços públicos digitais conectados e baseados em nuvens;</b>	Percentual de alunos com acesso em sala de aula a instalações de TIC;
<b>Instalação de projetos pilotos de redes inteligentes de energia;</b>	Número de usuários cadastrados em canais de governo digital;
<b>Controle e automação de redes elétricas, distribuição de energia de baixa e média tensão;</b>	Número médio de acessos nas localidades atendidas por programas municipais de Wi-fi livre;

---

Iniciativa de ampliação de quantidade de medidores inteligentes em domicílios;	Porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de energia;
Gestão de energia, com antecipação de falhas e redirecionamento de fornecimento através de tecnologias digitais;	Percentual de suprimento de eletricidade monitorado por TIC - Tecnologias da informação e comunicação;
Levantamento de diagnóstico energético de edificações públicas;	Porcentagem de consumidores de eletricidade com capacidade de resposta à demanda;
Iluminação pública inteligente;	Número médio de interrupções da eletricidade dos consumidores por ano;
Aplicação de tecnologias digitais no transporte público para planejamento das rotas, das frequências e dos horários;	Porcentagem dos pontos de iluminação pública gerenciados por sistema de telegestão;
Aplicação de digitalização nas formas alternativas de mobilidade pública que não necessariamente são administradas por autoridades públicas - tais como bicicletas e patinetes compartilhados;	Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com sistema acessível ao público em tempo real;
Implementação de centros de operações para monitoramento de situações como trânsito, segurança ou emergência. Implementação de GPS nos ônibus.	Porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos autônomos;
	Porcentagem de paradas de transporte público urbano para os quais as informações para os viajantes estão disponíveis em tempo real, dinamicamente (%).

Fonte: elaboração própria

As metas apresentadas no Quadro 18 são uma diretriz global e que podem e devem ser adaptadas ao contexto de cada cidade. Da mesma forma, os indicadores apresentados no Quadro 19 são exemplos mapeados em normas e acordos nacionais e internacionais, que devem ser implementados de acordo com as estatísticas disponíveis

e objetivos a serem alcançados.

Cabe ainda enfatizar que a implementação das tecnologias digitais no contexto das cidades latino-americanas deve considerar as potenciais repercussões no aumento da concentração de riquezas, poder e conhecimento. Esses riscos devem ser endereçados nas políticas, regulamentações e modelos de negócio, sempre que possível, para que nenhum cidadão fique para trás e as desigualdades que caracterizam a região latino-americana não persistam ou aumentem.

Este capítulo possibilita uma visão ampla e rica em detalhes sobre a implementação de tecnologias digitais nas cidades latino-americanas, disponibilizando insumos tanto para empresas privadas, quanto para os entes públicos e aos cidadãos em prol de um futuro mais sustentável para região. No quinto e último capítulo, os valiosos insumos colhidos ao longo deste livro compõem um passo a passo da estratégia de implementação de tecnologias verdes nas cidades latino-americanas, que é o objetivo principal deste projeto.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Mariana. Waze para quem não tem carro, Quicko vai lançar programa de assinatura multimodal. O Globo, 28 de novembro de 2021. Disponível em: <https://blogs.oglobo.globo.com/capital/post/waze-para-quem-nao-tem-carro-quicko-vai-lancar-programa-de-assinatura-multimodal.html>. Acesso em: 08/07/2022.

CASTAÑO, David. Cuestionario FGV | Green Tech Talks. Mensagem recebida por <jade.vasconcellos@fgv.br> 19 de julho de 2022. Disponível em: Outlook webmail. Acesso em: 19/07/2022.

CORREA, Christian. Proyecto FGV - Visor Urbano. Mensagem recebida por <jade.vasconcellos@fgv.br> 08 de julho de 2022a. Disponível em: Outlook webmail. Acesso em: 08/07/2022.

CORREA, Christian. Reunião Visor Urbano e FGV. Entrevista realizada e gravada pelo <https://zoom.us/> em 13 de junho de 2022b. Gravação disponível em: Google Drive (pasta privada). Acesso: 07/07/2022.

GUERRERO, Olivia. Proyecto FGV - CCD Guadalajara. Mensagem recebida por <ana.aldgeire@fgv.br> 07 de junho de 2022. Disponível em: Outlook webmail. Acesso em: 07/06/2022.

MAGALHÃES, Larissa. CiudadApp Rio Tercero | Proyecto FGV. Mensagem recebida por <ana.aldgeire@fgv.br> 05 de agosto de 2022a. Disponível em: Outlook webmail. Acesso em: 05/08/2022.

MANDARINO, Felipe. Reunião DataRio & FGV | Green Tech Talks. Entrevista realizada e gravada pelo <https://zoom.us/> em 08 de julho de 2022. Gravação disponível em: Google Drive (pasta privada). Acesso: 10/07/2022.

MARQUES, Gabriela Prado Luz. Projeto FGV - Quicko app. Mensagem recebida por <ana.aldgeire@fgv.br> em 08 de julho de 2022. Disponível em: Outlook Webmail. Acesso em: 08/07/2022.

MARTINS, Ricardo. Conversa Projeto Green Tech Talks. Mensagem recebida por <leonardo.neves@fgv.br> em 03 de julho de 2022. Disponível no Outlook webmail. Acesso em: 15/07/2022.

PODCAST RIO BRAVO. Pedro Somma: “A Quicko é o Waze do transporte público”. Entrevistado: Pedro Somma. Entrevistador: Fábio Cardoso. Episódio 650. Podcast Rio Bravo, 18 de junho de 2021. Disponível em: <https://soundcloud.com/riobravoinvestimentos/podcast-650-pedro-somma-a-quicko-e-o-waze-do-transporte-publico>. Acesso em: 08/07/2022.

QUICKO. Política de Privacidade da Quicko. Quicko: o app de transporte pra quem tá no corre. Brasil, 2020a. Disponível em: [https://www.quicko.com.br/privacidade/Politica%20de%20Privacidade\\_APP\\_201230.pdf](https://www.quicko.com.br/privacidade/Politica%20de%20Privacidade_APP_201230.pdf). Acesso em: 24/06/2022.

QUICKO. Termos de Uso do APP Quicko. Quicko: o app de transporte pra quem tá no corre. Brasil, 2020b. Disponível em: [https://www.quicko.com.br/termosdeuso/Termos%20de%20Uso\\_APP\\_200916.pdf](https://www.quicko.com.br/termosdeuso/Termos%20de%20Uso_APP_200916.pdf). Acesso em: 24/06/2022.

SIURB IPP. Informações DATA.RIO. Mensagem recebida por <ana.aldeire@fgv.br> em 04 de agosto de 2022. Disponível em: Outlook Webmail. Acesso em: 04/08/2022.

SOUSA, Marcos. Entrevista: Pedro Somma fala sobre o app Quicko. Mobilize Brasil, 04 de outubro de 2021. Notícias. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/12877/entrevista-pedro-somma-fala-sobre-o-app-quicko.html>. Acesso em: 08/07/2022.

SYSTRA. “Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo”. In: MobiliseYourCity – SUMP Table of content. Bruxelas: MobiliseYourCity Secretariat, 2019. Disponível em: <https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2020-01/PMUS%20Gran%20Santo%20Domingo.pdf>. Acesso em: 24/05/2022.

VEMURI, Sasank. JACOBS, Eléonore; JATTIN, Mateo; LARONDELLE, Vincente; TANZARELLA, Elena; KNOLL, Verena; GONZÁLEZ, Nicolas; TARIQ, Saman; MIRANDA, Natalia. MobiliseYourCity Global Monitor 2022. Bruxelas: MobiliseYourCity Secretariat, 2022. Disponível em: <https://www.mobiliseyourcity.net/global-monitor-2022>. Acesso em: 02/06/2022.

# CAPITULO 05

---



**Edgar Barassa**

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/UNICAMP)



**Robson Cruz**

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Engenheiro Mecânico/Especialista Automotivo (UNESP/USP)



**Natália Gonçalves Moraes**

Fundadora da Academia ODS. Mestre em Planejamento Energético (COPPE/UFRJ), Diretora ABRAPS Rio de Janeiro



**Tatiana Bermúdez Rodríguez**

Doutora em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências (IG)/UNICAMP

Pós-doutoranda do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT)

Pesquisadora do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (LEVE)/IG/DPCT/UNICAMP

# ORIENTAÇÕES ESTRATÉGICAS À IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NAS CIDADES LATINO-AMERICANAS ALINHADAS À AGENDA 2030

## 5.1 INTRODUÇÃO

Ao longo das construções capitulares precedentes, evidenciamos que a América Latina passa por um processo amplo de discussão e implementação das tecnologias verdes, considerando principalmente os grupos tecnológicos selecionados por este projeto, a saber: (1) mobilidade urbana de baixa emissão via eletrificação, (2) energias renováveis e (3) digitalização e conectividade.

Vimos também que está em curso um processo de construção e formação dos atores necessários para alavancar esse ecossistema regional, considerando também seu arcabouço de políticas públicas, tanto no nível nacional como local, que podem se figurar como importantes drivers para a propagação dessas tecnologias na região.

Ainda, notou-se que, além dos elementos estruturais presentes (atores, empresas, municipalidade e instituições), há esforços em andamento do ponto de vista da formação de competências em termos científicos e tecnológicos nesse recorte territorial local, isto é, no âmbito das cidades. Nesse caso, é notável o crescente interesse no desenvolvimento de soluções locais, como revelou-se pelo projeto da Amazônia Legal de geração distribuída; pelo caso do transporte público por ônibus elétricos em Bogotá; bem como no exemplo (e referência mundial) do hidrogênio verde em Pecém (Ceará). Todos esses casos passaram pela formação de competências e mão de obra qualificada. Essas competências e projetos mapeados demonstram potencialidades e oportunidades de expansão, que podem ser dificultados vide às barreiras apresentadas caso a caso, revelando os pontos mais sensíveis dessas esferas.

Contudo, essa discussão realizada e costurada ao longo dos capítulos também exprimiu a falta de certa conexão e convergência entre as iniciativas tecnológicas com os ODS e a Agenda 2030. A conexão e articulação, tão necessárias entre eles, colocase muitas vezes de forma superficial e a título de exemplificação, apenas, sem a devida mensuração de indicadores, e carece de maior sofisticação de como alavancar essa agenda de forma coordenada, tanto tecnologicamente quando no cumprimento dos ODS em si.

É a partir dessa carência identificada e a oportunidade de melhor coordenação associada que se sustenta a proposta deste capítulo final, ao defendermos a necessidade da implementação tecnológica coordenada vis-à-vis as práticas da Agenda 2030 e seus indicadores. Trata-se, aqui, de desenvolver e apontar a melhor forma dessa conjugação e acoplamento, considerando as potencialidades e situações-problema mapeadas, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento sustentável de forma integrada nas cidades da região latino-americana.

Para isso, partimos à proposição de recomendações e ações que se revelam à luz de caminhos pelos quais cidades e gestores podem percorrer para entender o uso e implementação dessas tecnologias verdes, como ferramenta no auxílio do desenvolvimento sustentável e da solução de problemas locais.

Assim, este capítulo está organizado em três seções, além dessa introdução. Na primeira parte, apresentam-se as barreiras e oportunidades para a implementação da Agenda 2030, as quais foram identificadas nos cases de estudo selecionados e no workshop realizado com atores da região. Na segunda seção, apresenta-se um compilado das barreiras e oportunidades identificadas para os três grupos tecnológicos: mobilidade urbana de baixa emissão, energias renováveis e digitalização e conectividade. É imperativo investigar esses fatores e posicionar o projeto com essas informações, pois será a partir desses entendimentos que tomaremos os insights necessários para a construção da agenda e orientações para a América Latina; e, no caso das cidades e sua municipalidade, onde e em que medida as ações são necessárias e perceptíveis. Na sequência, foco da última seção capitular, trata-se de apresentar um conjunto de ações específicas e estratégicas para as cidades e seus governos locais, as quais foram classificadas em seis pilares estratégicos, pontuados e preenchidos com recomendações direcionadas.

## **5.2 BARREIRAS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS PARA A AGENDA 2030: MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO A PARTIR DOS CASES E WORKSHOP DO PROJETO**

Na continuação, são apresentadas as barreiras, desafios e oportunidades para a implementação da Agenda 2030 e dos ODS, as quais foram identificadas no Workshop do projeto e dos principais insights dos cases de estudo em tecnologias verdes nas cidades da América Latina. O objetivo é definir o escopo e organizar as recomendações para o âmbito de cidades e para o cumprimento da Agenda 2030.

No que tange às oportunidades, entende-se e discute-se ações, fatores e condições que podem desenvolver e impulsionar a Agenda 2030 ora colocada. As barreiras, por seu turno, envolvem os aspectos que bloqueiam/dificultam o desenvolvimento deste setor.

Assim, tanto as barreiras, desafios e oportunidades foram organizados nas seguintes categorias: i) planejamento, políticas públicas e governança; ii) administração e gestão operacional; iii) regulação; iv) cooperação, parcerias, financiamento e fomento; v) capacitação técnica e competências; vi) consolidação de resultados e indicadores, como mostram os Quadros 20 e 21.

## Quadro 20 - Barreiras e desafios para a Agenda 2030

CATEGORIA	BARREIRAS E DESAFIOS
Planejamento, Políticas Públicas e Governança	<p><b>Falta de conhecimento</b> sobre a operacionalização dos instrumentos de implementação da Agenda 2030.</p> <p><b>Falta de vontade política</b> em relação à implementação dos ODS e às mudanças climáticas.</p> <p><b>Diálogo frágil do governo federal com a instância municipal</b> em relação à implementação da Agenda 2030.</p> <p><b>Baixa capacidade de visão sistêmica</b> para adoção de políticas integradas considerando diferentes áreas da estrutura administrativa do governo local.</p> <p><b>Desafios de interlocução inter e intragovernamental</b> no planejamento de políticas públicas municipais.</p>
Administração e Gestão Operacional	<p><b>Inexistência de uma cultura de tomada de decisões</b> a partir de dados e evidências, metas e objetivos de longo prazo.</p> <p><b>Insuficiência ou inexistência de uma estrutura administrativa</b> capaz de endereçar os desafios da gestão para implementação da Agenda 2030.</p> <p><b>Debilidade ou falta de investimento</b> nos órgãos estatísticos locais.</p> <p><b>Insuficiência de pessoal e capacidade técnica</b> para a implementação dos ODS (ONU).</p> <p><b>Deficiência dos processos de gestão estratégica</b>, tais como planejamento e monitoramento.</p>
Regulação	<p><b>Inadequação ou inexistência do arcabouço regulatório</b> para implementação da Agenda 2030 e ações de mitigação das mudanças climáticas.</p> <p><b>Falta de vínculo orçamentário</b> entre a Agenda 2030 e as leis do sistema orçamentário municipal.</p>

---

Cooperação, Parcerias,  
Financiamento e  
Fomento

**Insuficiência de recursos orçamentários e financeiros** para o alcance das metas e objetivos propostos.

**Recursos tecnológicos insuficientes ou inadequados** para endereçar os problemas e desafios da cidade.

**Dificuldades na elaboração de diagnósticos, projetos e iniciativas** bem estruturados e com a devida qualificação técnica para obtenção de recursos financeiros externos.

**Baixa capacidade técnica para alinhamento e adequação dos projetos**, iniciativas e programas aos requisitos, valores e parâmetros de Bancos de Desenvolvimento e ao sistema financeiro nacional e internacional.

---

Capacitação técnica e  
competências

**Insuficiência de capacitações sobre a Agenda 2030**, bem como voltadas à elaboração de uma visão de médio e longo prazos com Metas e Indicadores relacionados a projetos e tecnologias.

**Falta de conhecimento pela população da importância da Agenda 2030**, dos impactos socioambientais causados pela intervenção humana, e dos efeitos das mudanças climáticas para o planeta e para cada cidadão.

---

Consolidação  
de Resultados e  
Indicadores

**Falta de aparelhamento e investimento** nos órgãos estatísticos locais e entidades provedoras de dados e informações.

**Insuficiência de bases de dados e sistemas de informação** que apoiem a tomada de decisões.

**Corpo técnico insuficiente ou pouco capacitado** para lidar com uma quantidade de dados cada vez maior.

**Dificuldade em desenvolver indicadores eficazes** e com dados disponíveis para monitoramento dos projetos implementados.

---

Fonte: elaboração própria a partir de CNM (2017), CNM (2016), FNP (2020), PNUD (2021a), PNUD (2021b), Prefeitura do Rio (2021), Workshop Green Tech Talks 2022

## Quadro 21 - Oportunidades para a Agenda 2030

CATEGORIA	OPORTUNIDADES
Planejamento, Políticas Públicas e Governança	<p><b>Integração da política e da gestão local a um arcabouço regulatório</b> e de compromissos globais em prol do desenvolvimento sustentável.</p> <p><b>Uso dos ODS como uma estrutura para alinhar prioridades políticas</b>, incentivos e objetivos entre governos nacionais, regionais e locais, bem como para gerenciar compensações e promover sinergias entre áreas políticas.</p> <p><b>Maior capacidade de discussão com os diversos atores sociais</b> e inclusão da população nas oportunidades e desafios da cidade, tendo como base a Agenda 2030.</p> <p><b>Levantamento das especificidades locais, prioridades e expectativas</b> para que os governos locais fiquem menos expostos a abordagens vindas “de cima para baixo”, como a absorção de tecnologias inoportunas para determinados problemas.</p> <p><b>Desenvolvimento de uma visão sistêmica dos diferentes campos de atuação do poder público</b>, possibilitando a adoção de políticas integradas que considerem as interações possíveis entre diferentes áreas da estrutura administrativa do governo.</p> <p><b>Implementação de tecnologias, iniciativas e programas inseridos numa visão de longo prazo</b>, além dos mandatos políticos e atrelados a metas a serem alcançadas em dado período de tempo, bem como sua contribuição para o alcance da Agenda 2030.</p> <p><b>Reforço às ações de mitigação das mudanças climáticas</b>, à resiliência e à capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais nos municípios.</p>
Administração e Gestão Operacional	<p><b>Aumento da eficiência da administração pública através de decisões mais assertivas</b> com base numa visão mais completa e integrada dos desafios das cidades.</p> <p><b>Aprimoramento da capacidade de tomada de decisões</b> com base na análise de dados e indicadores atrelados à Agenda 2030.</p> <p><b>Ampliação dos instrumentos de caracterização e identificação de áreas e territórios</b> que mais precisam de apoio e soluções.</p> <p><b>Maior articulação e integração das diversas secretarias das prefeituras</b> e seus componentes.</p>

---

**Regulação**

**Maiores subsídios para a implementação de legislação municipal** com maior assertividade em prol do desenvolvimento dos diversos setores da sociedade.

**Atribuição de maior relevância ao PPA, tanto em âmbito local, quanto estadual e internacional,** através do alinhamento com a Agenda 2030 e sua linguagem comum para o alcance de um desenvolvimento mais integrado.

Implementação de arcabouço regulatório que **viabilize e incentive ações de mitigação das mudanças climáticas e adaptação aos riscos e desastres naturais.**

---

**Cooperação,  
Parcerias,  
Financiamento e  
Fomento**

**Desenvolvimento e aprimoramento de capacidades locais de gestão,** planejamento e monitoramento relacionados à Agenda 2030.

**Aprimoramento da capacidade de coleta, análise e monitoramento de dados,** por parte do ente público, alinhados a uma linguagem global.

**Desenvolvimento de competências na construção de projetos de infraestrutura** e implementação tecnológica alinhados às metas e indicadores da Agenda 2030.

---

**Capacitação  
técnica e  
competências**

**Maior capacidade de cooperação entre municípios com realidades comuns,** acesso ao diagnóstico de problemas e busca de soluções, projetos conjuntos e implementação de tecnologias, racionalizando gastos e ampliando o alcance das ações.

Projetos e tecnologias verdes alinhados à Agenda 2030 tendem a apresentar **melhor fundamentação, relevância e qualidade técnica,** aumentando as chances de alavancagem de recursos financeiros para sua implementação.

**Alinhamento às práticas ESG** (*Environmental, Social, Governance*) das empresas e ao avanço das finanças e regulamentos verdes, que são tendências globais.

**Maior aderência às linhas de financiamento dos bancos de desenvolvimento (BD)** em razão de sua aptidão para promover o desenvolvimento sustentável, associando o progresso econômico à preocupação ambiental e social.

Projetos com base na Agenda 2030 possuem metas e indicadores que apresentam **maior aderência aos compromissos assumidos pelos diversos países,** tendo linguagem reconhecida, facilitando o posterior reporte sobre progressos locais e, também, o acesso a fontes de recursos nacionais e internacionais.

---

---

**Consolidação  
de Resultados e  
Indicadores**

**Aprofundamento do aprendizado advindo do monitoramento de indicadores, trazendo a possibilidade de descobrir impactos econômicos, sociais e ambientais**, além de favorecer, corrigir e evitar erros, desvios e desperdício de recursos.

**Melhorar a capacidade de sistematização das informações e planejamento** das iniciativas e políticas de governo em linha com as práticas de sustentabilidade.

**Maior transparência do impacto das tecnologias verdes no contexto dos municípios** e sua contribuição para o bem estar da população e o alcance dos ODS.

---

Fonte: elaboração própria a partir de CNM (2017), CNM (2016), FNP (2020), PNUD (2021a), PNUD (2021b), Prefeitura do Rio (2021), Workshop Green Tech Talks 2022

### 5.3 BARREIRAS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS PARA OS GRUPOS TECNOLÓGICOS MOBILIDADE URBANA DE BAIXA EMISSÃO, ENERGIAS RENOVÁVEIS E DIGITALIZAÇÃO E CONECTIVIDADE: MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO A PARTIR DOS CASES E WORKSHOP DO PROJETO

Avançando na discussão, apresentam-se as barreiras, desafios e oportunidades identificadas para os grupos tecnológicos e os casos de estudo das cidades da América Latina<sup>1</sup>. As barreiras e desafios estão relacionados com os aspectos que bloqueiam ou dificultam a implementação e desenvolvimento das tecnologias verdes das cidades da América Latina. No que tange às oportunidades, identificaram-se ações, fatores e condições que podem apoiar o desenvolvimento das tecnologias verdes na América Latina e sua articulação com os ODS e a Agenda 2030.

As barreiras e desafios foram classificadas em três categorias:

- Implementação das Tecnologias Verdes e Difusão em Larga Escala: essas barreiras estão associadas às incertezas sobre a implementação de tecnologias verdes em grande escala, no âmbito local.

---

<sup>1</sup> A definição das categorias de barreiras, desafios e oportunidades, foi inspirada do Estudo da CEPAL: “Oferta de ônibus elétrico no Brasil em um cenário de recuperação econômica de baixo carbono” (Barassa et al., 2022). Para maior informação consultar: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/47833-oferta-onibus-eletrico-brasil-cenario-recuperacao-economica-baixo-carbono>.

- **Capital, Financiamento e Fomento:** são barreiras que sinalizam uma das dificuldades mais destacadas na implementação de tecnologias verdes: seu custo inicial de aquisição e a procura por recursos financeiros para a sua implementação.
- **Planejamento, Políticas Públicas e Governança:** nessas barreiras, tem destaque a ausência de um arcabouço de políticas públicas e instrumentos regulatórios para estimular a implementação de tecnologias verdes no âmbito das cidades e algumas dificuldades na governança entre os principais atores que fazem parte das iniciativas.
- As oportunidades, no seu turno, foram classificadas em quatro categorias:
  - **Formação de Competências e Capacidades Produtivas Locais/Regionais:** a implementação de tecnologias verdes no âmbito das cidades estimula a criação de competências em formação de pessoal qualificado para operar essas iniciativas. Além disso, na região, evidenciam-se capacidades de produção local de veículos elétricos, por exemplo, para abastecer esse tipo de projeto e iniciativas de baixa emissão na região.
  - **Mercado e Novos Modelos de Negócio:** essas oportunidades estão relacionadas com a criação de novos modelos de negócio associados à implementação de tecnologias verdes e à inserção e articulação de novos atores.
  - **Planejamento, Políticas Públicas e Governança:** nessa categoria, agrupam-se oportunidades associadas à criação e implementação de políticas públicas tanto no âmbito nacional e local e seu impacto no desenvolvimento de iniciativas de tecnologias verdes nas cidades da América Latina.
  - **Sinergias Tecnológicas e Energéticas:** essas oportunidades estão relacionadas com a disponibilidade de uma matriz energética limpa na região e a importância de articular as soluções de mobilidade elétrica e de baixo-carbono com fontes de energia renováveis.

### 5.3.1 Desafios, barreiras e oportunidades das energias renováveis em cidades da América Latina de mobilidade urbana de baixa emissão nas cidades da América Latina

No Quadro 22, apresentam-se as barreiras e desafios identificados nas iniciativas de mobilidade urbana de baixa emissão nas cidades da América Latina. Importante destacar que, embora cada modal de veículo elétrico mapeado (transporte público, micromobilidade, frota pública e última milha) tenha suas particularidades, todos apresentam desafios transversais na sua implementação e operação no âmbito local.

Quadro 22 - Barreiras e desafios identificados nas iniciativas de mobilidade de baixa emissão

CATEGORIAS	BARREIRAS E DESAFIOS IDENTIFICADOS
<p><b>Implementação das Tecnologias Verdes e Difusão em Larga Escala</b></p>	<p>Incertezas sobre a autonomia, desempenho e manutenção dos veículos elétricos.</p> <p>Incertezas sobre o desempenho e ciclo de vida das baterias de lítio-íon, sua reciclagem e disposição final.</p> <p>Necessidade da criação de uma rede de infraestrutura de recarga para os veículos elétricos em todos os modais de transporte.</p> <p>No caso das garagens para os ônibus elétricos, na cidade de Bogotá houve dificuldade para achar terrenos disponíveis para a construção das garagens dedicadas. No caso de Santiago de Chile, a propriedade das garagens era dos operadores de frota, o que era uma barreira de entrada para novos atores.</p> <p>Necessidade de formação de pessoal capacitado e qualificado para a operação dos diferentes modais elétricos no âmbito da cidade.</p> <p>Na América Latina, ainda não há uma indústria consolidada para a fabricação de veículos elétricos e de seus componentes, principalmente as baterias de lítio-íon.</p> <p>Incertezas sobre possíveis roubos ou uso indevido das bicicletas elétricas que operam nos sistemas de compartilhamento das cidades mapeadas.</p>

---

<b>Capital, Financiamento e Fomento</b>	<p>O custo de aquisição dos veículos elétricos é mais alto em comparação com os veículos com Motor a Combustão Interna (MCI) em todos os modais de transporte mapeados.</p> <p>A pandemia da COVID-19 incrementou o custo dos componentes para os veículos elétricos, principalmente das baterias, e gerou problemas de fornecimento de componentes-chave para a indústria automobilística.</p> <p>Falta de maiores incentivos financeiros e subsídios por parte dos governos nacionais e locais para a implementação de veículos elétricos nos diferentes modais de transporte.</p> <p>Dificuldade de achar fundos de investimentos (nacional e internacional) para a compra dos veículos elétricos em todos os modais de transporte.</p> <p>Necessidade de adequação e criação de novos modelos de negócio para a implementação de veículos elétricos no âmbito das cidades.</p> <p>No caso dos sistemas de bicicletas elétricas compartilhadas, há dificuldades para achar empresas seguradoras para esse tipo de iniciativa devido aos altos riscos da operação.</p> <p>No caso de São José dos Campos, o município era proprietário da frota de veículos com MCI da Guarda Civil Municipal, o que gerava grandes prejuízos patrimoniais, principalmente pelos custos de manutenção, combustível fóssil e reposição de peças.</p>
---	---

---

<b>Planejamento, Políticas Públicas e Governança</b>	<p>Necessidade de articulação entre políticas nacionais e locais para a implementação de modais elétricos e criação de instrumentos específicos para o estímulo à mobilidade de baixo-carbono nas cidades.</p> <p>No caso do Brasil, ainda não há uma política nacional de estímulo à mobilidade elétrica com metas de curto, médio e longo prazo para a implementação de modais elétricos.</p> <p>Resistências por parte dos operadores de frota de ônibus para se adaptar à tecnologia de ônibus elétricos e aos novos contratos de licitação de transporte público nas cidades mapeadas.</p> <p>No caso de Bogotá, a estrutura jurídica da cidade é complexa e envolve diferentes entidades responsáveis pela regulação do espaço público, malha viária, publicidade, espaços privados, entre outros. Isso dificulta a implementação de projetos de mobilidade de baixa-emissão dentro do espaço urbano da cidade.</p>
--	---

---

No Quadro 23, apresentam-se as oportunidades identificadas nas iniciativas mapeadas de mobilidade de baixa emissão nas cidades da América Latina.

#### Quadro 23 - Oportunidades identificadas nas iniciativas de mobilidade de baixa emissão

CATEGORIAS	OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS
<p><b>Formação de Competências e Capacidades Produtivas Locais/ Regionais</b></p>	<p>Criação de programas específicos de formação de competências em mobilidade elétrica, por exemplo, condução eficiente, suporte técnico para os VE e sistemas de infraestrutura de recarga, entre outros.</p> <p>No caso de Bogotá, a prefeitura e algumas empresas operadoras de transporte público criaram programas de formação e capacitação para mulheres com foco na condução de ônibus elétricos a bateria.</p> <p>As iniciativas de mobilidade elétrica selecionadas têm sido estudadas a nível mundial e regional como casos de sucesso, o que facilita e estimula o compartilhamento de conhecimento entre as cidades.</p> <p>Criação de uma infraestrutura dedicada de recarga para VE e de infraestrutura para as estações de bicicletas elétricas compartilhadas no espaço urbano.</p> <p>Criação de capacidades de produção nacional/regional/local de veículos elétricos e componentes. Por exemplo, no caso do Brasil, há capacidade para a produção nacional de caminhões e ônibus elétricos. No caso da Colômbia, foram criadas parcerias para o encarroçamento local de ônibus elétricos, com chassis importados de ônibus elétricos.</p> <p>Projetos como o e-Consórcio, que foi criado para a fabricação nacional de caminhões elétricos, demonstraram que as empresas brasileiras têm a capacidade de articular-se para a fabricação nacional de veículos elétricos pesados como caminhões e ônibus elétricos.</p> <p>Todas as iniciativas mapeadas permitirão que os habitantes das cidades tenham uma primeira aproximação com a mobilidade elétrica através da experimentação do transporte público e do transporte ativo pelas bicicletas.</p>

---

**Mercado e Novos Modelos de Negócio**

Criação de novos modelos de negócios que dividem a compra dos ônibus elétricos (CAPEX) da operação dos ônibus (OPEX). Esse modelo de negócio foi definido nos contratos da licitação de Bogotá e Santiago de Chile.

Criação de parcerias público-privadas entre diversos atores, como empresas de energia elétrica, fundos de investimento, empresas nacionais e estrangeiras da indústria automobilística e fornecedores locais de componentes de VE, universidades e centros de P&D para atender às demandas de mobilidade elétrica nas cidades.

No caso de São José dos Campos, foi criado um modelo de negócio baseado no aluguel dos VE da Guarda Civil Municipal, o que gerou economia para a Prefeitura e contribuiu com a redução de emissões de GEE e ruído na cidade.

No caso do sistema de bicicletas compartilhadas de Bogotá, foi criado um modelo de negócio associado à exploração da publicidade para garantir a viabilidade e sustentabilidade do sistema no longo prazo.

No caso da implementação de frotas de caminhões elétricos de última milha por parte de empresas como a Cervejaria AMBEV, essas companhias estão cumprindo com sua Agenda ESG, mas também se evidenciaram ganhos econômicos pela implementação dessas tecnologias.

---

**Planejamento, Políticas Públicas e Governança**

Articulação entre políticas nacionais de mobilidade elétrica e políticas locais de ação climática para o estímulo da mobilidade de baixo-carbono nas cidades da América Latina.

Países como Colômbia e Chile já têm políticas nacionais específicas para o estímulo à mobilidade elétrica com metas de curto, médio e longo prazo para a implementação de modais elétricos e de baixa-emissão nas cidades.

No caso do sistema de transporte público de Santiago de Chile, o governo nacional oferece as garantias para o financiamento da frota de ônibus elétricos. Além disso, o governo nacional comprou as garagens dos ônibus de Santiago para permitir a participação de novos atores na licitação de transporte público.

### Planejamento, Políticas Públicas e Governança

A iniciativa de bicicletas elétricas compartilhadas de Poços de Caldas faz parte da Chamada Estratégica 22/2018 da ANEEL para o desenvolvimento de soluções em mobilidade elétrica eficiente. Esse tipo de projeto tem o objetivo de fazer propostas de modificações regulatórias em mobilidade elétrica para a ANEEL, o que terá um importante impacto para o estímulo à eletromobilidade no Brasil.

O caso de São José dos Campos tem destaque no Brasil como o único município com uma Política de Mobilidade Elétrica, que estabelece metas específicas para a incorporação de modais elétricos nas frotas públicas, ônibus elétricos e sistema de compartilhamento de VE.

### Sinergias Tecnológicas e Energéticas

Os países da América Latina têm uma matriz energética e elétrica com alta participação de fontes de energia renovável.

A implementação de iniciativas de mobilidade urbana de baixa emissão nas cidades contribui com o cumprimento de acordos internacionais ambientais como o Acordo de Paris e os ODS.

As diferentes iniciativas de mobilidade de baixo-carbono e mobilidade elétrica são soluções para o combate das mudanças climáticas e contribuem com a melhora da qualidade do ar nas cidades latino-americanas.

Integração dos sistemas de recarga dos veículos elétricos com fontes de energia renovável, principalmente energia solar fotovoltaica.

Fonte: elaboração própria

## 5.3.2 Desafios, barreiras e oportunidades das energias renováveis em cidades da América Latina

No Quadro 24, apresentam-se as barreiras e desafios identificados nas iniciativas de energias renováveis nas cidades da América Latina.

### Quadro 24 - Barreiras e desafios identificados nas iniciativas de energias renováveis

CATEGORIAS	BARREIRAS E DESAFIOS IDENTIFICADOS
<p><b>Implementação das Tecnologias Verdes e Difusão em Larga Escala</b></p>	<p>Dificuldades para o acesso à energia elétrica em algumas zonas da região, o que tem impacto na qualidade de vida da população.</p> <p>No caso da geração distribuída de energia solar fotovoltaica, as empresas distribuidoras de energia do Norte do Brasil ainda não estão preparadas para atender a um programa de universalização de energia elétrica em áreas remotas. Nessas zonas, mais de 90% da energia gerada vem do diesel, altamente intensivo em emissões de poluentes.</p> <p>A instalação de projetos em hidrogênio verde no Chile precisa da instalação de uma significativa capacidade de geração com energias renováveis, o que implica grandes investimentos.</p> <p>A localização do Chile e sua distância dos principais mercados que demandam hidrogênio verde implica uma desvantagem em termos de logística.</p> <p>A produção de biogás em maior escala e com produção comercial está muito concentrada na Europa (Alemanha), China e Estados Unidos e em menor escala na América Latina.</p>
<p><b>Capital, Financiamento e Fomento</b></p>	<p>O financiamento para a transição energética e implementação de energias renováveis da região ainda é baixo em comparação a outras regiões do mundo.</p> <p>Na região da Amazônia Legal do Brasil, mais de 90% da energia gerada vem de geradores a diesel, que são mais caros e poluentes.</p> <p>Altos custos de produção de hidrogênio verde por eletrólise da água e necessidade de grandes investimentos para a operação dessa tecnologia.</p> <p>Há dificuldades para a produção de biogás e biometano no Brasil, já que os resíduos estão dispersos, o que aumenta o custo de coleta e reduz a escala dos empreendimentos, gerando impacto nos custos de produção.</p>

### Planejamento, Políticas Públicas e Governança

Na América Latina e Caribe, há muita informação sobre energias renováveis, mas a informação está dispersa, incompleta e desatualizada, o que dificulta a formulação de políticas públicas de estímulo às energias renováveis.

As iniciativas mapeadas em energias renováveis precisam de instrumentos de políticas públicas nacionais e estaduais específicos para o desenvolvimento sustentável dessas rotas tecnológicas.

O desenvolvimento do hidrogênio verde no Brasil tem o desafio da criação de um programa de Estado para apoiar a produção nacional e o estabelecimento de uma regulação específica e segurança jurídica para esse setor.

No caso dos projetos de Hidrogênio Verde no Chile, o governo nacional não pretende fazer investimentos diretos significativos nessa tecnologia e sim promover as iniciativas de investimentos privados.

Fonte: elaboração própria

### Quadro 25 - Oportunidades identificadas nas iniciativas de energias renováveis

CATEGORIAS	OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS
<b>Formação de Competências e Capacidades Produtivas Locais/ Regionais</b>	<p>A instalação de sistemas solares de geração distribuída fomenta a geração de novos empregos qualificados.</p> <p>Os moradores da Vila Limeira, no Amazonas, receberam capacitação para a utilização dos sistemas solares de geração distribuída. Esse efeito pode se propagar para outras regiões.</p> <p>Desenvolvimento de uma cadeia produtiva local de energia eólica no Brasil, com importantes índices de nacionalização e fabricação de 80% de um aerogerador.</p> <p>Criação de um consórcio de empresas para o desenvolvimento do projeto Haru Oni no Chile, o qual visa a produção de gasolina sintética para veículos convencionais, através de hidrogênio verde produzido por eletrólise e usando energia elétrica de origem eólica. Nesse consórcio, participam as empresas Siemens, Porsche e Enel.</p> <p>Grande potencial associado aos resíduos de cana-de-açúcar para a geração de eletricidade a partir de biogás no Brasil.</p> <p>A concentração de usinas, principalmente nas regiões central e Sudeste do Brasil, poderia facilitar a produção de biometano e sua injeção na rede de gás natural.</p>

---

**Mercado e Novos Modelos de Negócio**

Criação de linhas de financiamento por parte do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e outros bancos latino-americanos para projetos de instalação de sistemas de geração solar distribuída no Brasil.

Licitações através de leilões de transmissão de energia para mobilizar financiamento da iniciativa privada para construir, operar e manter linhas de transmissão e/ou subestações em energia eólica.

O hidrogênio verde produzido pelos países da América Latina tem potencial de exportação e pode ser usado para o armazenamento de energia, como combustível, sistemas de transporte, produção de combustíveis sintéticos e produção de materiais, entre outros.

Estima-se que os custos de produção a partir de eletricidade renovável podem cair 30% até 2030, por conta de ganhos de eficiência, e dos efeitos de aprendizado e de escala, tanto na geração de eletricidade quanto na produção de hidrogênio verde (IEA, 2019).

Possibilidades de integração entre as rotas tecnológicas do hidrogênio verde e dos veículos elétricos através da implementação de células a combustível, o que tem potencial para a criação de uma indústria regional focada nessas tecnologias, principalmente para caminhões.

O Hub de Hidrogênio Verde do Ceará, no complexo do Pecém, tem como objetivo o aumento de oportunidades de novos negócios, impulsionar a economia da cidade, gerar novos empregos na região e ser um *hub* de produção e exportação de hidrogênio verde para a região.

O biogás, ou o biometano, poderia ser utilizado como combustível, nas próprias granjas, na geração de eletricidade ou como combustível em frotas cativas. No caso do município de Entre Rios do Oeste (PR), a receita dos granjeiros com a venda do biogás pode chegar a R\$5.000 por mês.

---

**Planejamento, Políticas  
Públicas e Governança**

A maioria dos países da região têm metas específicas para cumprir com os compromissos climáticos estabelecidos, principalmente o Acordo de Paris.

Apoio financeiro por parte do Ministério de Minas e Energia (MME) e do Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos (MMFDH) do Brasil para o Programa Mais Luz para a Amazônia, que tem como objetivo a instalação de sistemas de geração fotovoltaica na região da Amazônia Legal.

Metas nacionais estabelecidas pelo Plano Decenal de Expansão de Energia do Brasil para instalação de sistemas solares fotovoltaicos de geração distribuída.

Onze países da América Latina já publicaram ou estão preparando estratégias e roteiros nacionais para o fomento do hidrogênio verde.

Criação de parcerias entre os governos do Brasil e Alemanha e do Chile com os Estados Unidos para o desenvolvimento de projetos de hidrogênio verde.

Criação de um Grupo de Trabalho para o desenvolvimento de políticas públicas em energias renováveis com foco no hidrogênio verde no estado de Ceará, Brasil.

Criação de um grupo de trabalho para a definição de condições favoráveis para novos projetos em hidrogênio verde e para estimular investimentos estrangeiros no Chile nessa rota tecnológica.

O projeto de biogás do município de Entre Rios do Oeste foi implementado no contexto de um projeto de P&D da ANEEL, o que permitiu a geração centralizada de eletricidade por parte dos granjeiros do município.

---

### Sinergias Tecnológicas e Energéticas

Os países da América Latina têm uma matriz energética e elétrica com crescente participação de fonte de energia renovável.

As características geográficas da região têm um potencial significativo para a implementação de energias renováveis, principalmente energia solar e eólica.

Criação da iniciativa regional “REnovables el LATinoamerica y El Caribe” (RELAC) que tem como objetivo promover as energias renováveis com metas concretas, esquema de monitoramento e uma estrutura para apoiar os países da região nesse processo. A meta é ter pelo menos 70% de energia renovável na América Latina e Caribe até 2030.

As diferentes iniciativas de energias renováveis (solar, eólica, hidrogênio verde) são soluções para o combate das mudanças climáticas, para o desenvolvimento econômico sustentável e aumento da segurança energética na região.

Aumento da capacidade instalada em energia solar fotovoltaica e energia eólica *onshore* no Brasil.

---

Fonte: elaboração própria

Desafios, barreiras e oportunidades da digitalização e conectividade em cidades da América Latina

No Quadro 26, apresentam-se as barreiras e desafios identificados nas iniciativas de digitalização e conectividade nas cidades da América Latina.

## Quadro 26 - Barreiras e desafios identificados nas iniciativas de digitalização e conectividade

CATEGORIAS	BARREIRAS E DESAFIOS IDENTIFICADOS
<p><b>Implementação das Tecnologias Verdes e Difusão em Larga Escala</b></p>	<p>No caso de Santo Domingo, o sistema de transporte público era deficiente em termos de acesso da população, qualidade, informalidade e predominância do transporte individual.</p> <p>Baixa ou nula capacitação dos funcionários dos governos locais para atender às necessidades da cidade em termos de mobilidade urbana e da aplicação de soluções de digitalização e conectividade.</p> <p>No caso da Colômbia, a presença de grandes multinacionais do setor energético dificulta e desincentiva a criação de projetos de digitalização e/ou democratização de energia.</p> <p>No caso do Brasil, há um baixo nível de informação da sociedade de um modo geral, sobre o mercado livre de energia e suas oportunidades, em especial quando somado à possibilidade de acessar conjuntamente a energia renovável.</p> <p>O projeto SIURB, no Rio de Janeiro, teve um desafio relacionado à mudança de cultura de gestão de dados, que precisa de um processo de engajamento dos diversos órgãos municipais para fazer a padronização de dados.</p> <p>O plano de urbanização da iniciativa “Cidade Criativa Digital”, de Guadalajara, conta com desafios de manutenção e reabilitação dos espaços do projeto, com a recuperação e apropriação de espaços públicos envolvidos no projeto e com a socialização das populações vulneráveis que serão impactadas.</p>
<p><b>Capital, Financiamento e Fomento</b></p>	<p>A implementação de soluções de digitalização e conectividade no âmbito local precisam de grandes investimentos.</p> <p>No caso de Santo Domingo, a atribuição de recursos financeiros para projetos de mobilidade urbana não está garantida, porque os orçamentos são definidos a nível nacional e há concorrência com outros setores para ter acesso ao financiamento.</p> <p>Os empreendedores digitais costumam enfrentar dificuldades de acesso a fundos de investimento para apoiar financeiramente novas iniciativas de digitalização e conectividade.</p>

---

Um dos grandes desafios enfrentados pela administração das cidades é a descentralização de informações e das decisões, em que departamentos funcionam como ilhas isoladas, cada qual com seus métodos e práticas, o que dificulta o processo de tomada de decisões.

Desarticulação das políticas públicas no nível nacional e local e dificuldades na definição de responsabilidades para a implementação de tecnologias verdes associadas à digitalização e conectividade no âmbito local.

A maioria das cidades brasileiras ainda não implementaram políticas públicas que incentivem as soluções de Mobilidade como Serviço (MasS).

No caso do aplicativo da Quicko, o desafio se divide entre encontrar um produto digital que atenda às necessidades da população e estreitar o alinhamento com órgãos públicos para promover políticas alinhadas com o incentivo à inovação na mobilidade urbana.

Necessidade da abertura de dados operacionais do sistema de transporte público e da atualização dos sistemas de bilhetagem para a implementação de sistemas de MaaS nas cidades brasileiras.

#### **Planejamento, Políticas Públicas e Governança**

Os contratos das concessões de transporte público nas cidades brasileiras delegam o poder decisório no operador privado, o qual não possui, necessariamente, interesse em investir na qualificação da operação para o usuário final, nem em abrir seus dados para promover soluções integradas no transporte urbano.

Os governos locais das comunidades onde atua a empresa Cyclo System não têm se envolvido de forma decisiva nos projetos de digitalização da energia e geração distribuída.

No caso do Brasil, a regulação do setor elétrico unicamente permite que as unidades consumidoras, individuais ou agregadas em atendimento em média e alta tensão, possam optar pela compra de energia no mercado livre. Dessa forma, essa modalidade, hoje, ainda não está disponível para os consumidores residenciais, por exemplo, limitando, assim, a base de clientes da Tyr Energia.

Os governos locais experimentam um aumento exponencial da geração de dados, o que gera dificuldades no seu processamento, compartilhamento e duplicidade de informação.

A implementação de soluções GovTech como a MuniDigital tem um desafio com o cliente que é o setor público e seus funcionários, os quais apresentam certo grau de complexidade devido à mentalidade e vícios de gestão que tendem a prevalecer, orientada para procedimentos burocráticos e baseados em papel.

---

No Quadro 27, apresentam-se as oportunidades identificadas nas iniciativas de digitalização e conectividade nas cidades da América Latina.

#### Quadro 27 - Oportunidades identificadas nas iniciativas de digitalização e conectividade

CATEGORIAS	OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS
<b>Formação de Competências e Capacidades Produtivas Locais/ Regionais</b>	<p>Criação de soluções baseadas em inteligência artificial para digitalizar as informações associadas ao sistema integrado de transporte público em Santo Domingo, República Dominicana.</p> <p>Planos de capacitação tecnológica para os funcionários da INTRANT para a implementação do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável e no uso de ferramentas digitais para fazer a gestão do transporte urbano em Santo Domingo.</p> <p>Criação de uma plataforma digital para o fornecimento de dados primários e abertos sobre a oferta de transporte público e mobilidade urbana em Santo Domingo.</p> <p>No caso da Cycle System, a empresa tem uma interação direta com os líderes das comunidades onde opera, visando entender como as soluções oferecidas pela empresa podem se adaptar às necessidades das comunidades e impactá-las positivamente. A empresa também trabalha em parceria com universidades e centros de pesquisa das áreas de atuação para difundir e socializar as informações relacionadas com seus projetos.</p> <p>Dado o caráter de ação compartilhada das plataformas de dados abertos, como é o caso do SIURB, foi necessário um amplo processo de treinamento e de operação assistida dos técnicos dos diversos órgãos municipais do Rio de Janeiro para a utilização dessa plataforma.</p>

## Mercado e Novos Modelos de Negócio

Criação da startup Quicko que desenvolveu uma plataforma de Mobility as a Service (MaaS) para as cidades brasileiras, com o objetivo de integrar as informações dos meios de transporte disponíveis na cidade num aplicativo online.

Parceria entre a Quicko e Tembici no Brasil para compartilhar informações sobre a oferta de bicicletas nas diferentes estações localizadas nas cidades onde opera o sistema de bicicletas compartilhadas.

A plataforma digital da Quicko pode incentivar a digitalização da venda de créditos do transporte e reduzir os custos dos operadores do transporte e do sistema de bilhetagem.

A startup Cycle System recebeu financiamento por parte do governo dos Emirados Árabes Unidos e do Reino Unido para o desenvolvimento do projeto de sistemas de gestão de energia em comunidades isoladas.

A startup Cycle System permite fácil acesso ao mercado de energia para mais participantes, de forma que comunidades isoladas sejam capazes de gerar novas fontes de renda através da compra e venda local de energia pela implementação de sistemas de geração distribuída.

No caso da empresa Tyr Energia, o modelo de negócio está focado no mercado livre de energia para pequenos e médios consumidores, através de medidores de energia inteligentes, que permitem que seus clientes tenham acesso aos seus dados de consumo de energia de forma rápida e fácil.

Criação do SIURBLab, que é o Laboratório de Pesquisa e Inovação em Inteligência Geográfica e Informacional, que tem como objetivo tanto a estruturação de um ambiente de capacitação para técnicos de outros órgãos municipais que deverão interagir com o SIURB, como permitir um contínuo processo de inovação através do compartilhamento de ideias.

A Plataforma CiudApp da empresa MuniDigital oferece serviços para mais de 1.000 administrações públicas na América Latina e na Europa. Algumas das soluções de GovTech permitem lidar com desafios relacionados à administração das cidades, desde o mapeamento de dados, passando pela análise, gestão e utilização para impactar em políticas públicas municipais, participação de licitações públicas, participação em processos de aceleração de tecnologia, até a colaboração público-privada para a execução de projetos conjuntos.

A iniciativa da Ciudad Creativa Digital é pioneira no contexto mexicano, que estabelece uma parceria público-privada e um fundo de coparticipação financeira do governo federal, governo estadual e do setor privado. O Fundo Fiduciário segue uma lógica de incubadora. Porém, a ideia de estruturar o CDD em torno de um hub digital, ligada a uma revitalização do centro histórico da cidade, já demonstra que o projeto tem objetivos mais ambiciosos.

**Planejamento, Políticas Públicas e Governança**

A conectividade inerente das Smart Cities opera, geralmente, como um grande equalizador que não apenas conecta as diversas instâncias da administração pública, mas também unifica dados e padroniza respostas e tal compartilhamento e interoperabilidade tendem a apresentar ganhos em otimização de tempo, recursos e transparência.

Existência de parcerias internacionais para apoiar a implementação de planos de mobilidade urbana sustentável, o desenvolvimento de políticas públicas e o investimento em transporte sustentável em cidades da América Latina. Exemplo: MobiliseYourCity Partnership em Santo Domingo, República Dominicana.

Criação de parcerias entre a startup Quicko, as cidades brasileiras e os operadores de transporte público para o compartilhamento de dados abertos relacionados com o transporte público e o sistema de bilhetagem.

A política de transição energética da Colômbia estimula a incorporação de geração de energia renovável em grande escala, o que abre a oportunidade para a digitalização do setor energético, que é a área de atuação da startup colombiana Cycle System.

A criação de plataformas digitais abertas de acesso público, como o Data.Rio, oferece transparência de dados e incentiva a governança social através de monitoramento e avaliação das políticas públicas pela sociedade civil.

Estabelecimento de parcerias com universidades e centros de pesquisa internacionais para agregar novas ferramentas, funcionalidades e aplicativos ao sistema SIURB do Rio de Janeiro.

O portal de dados abertos Data.Rio possibilita o monitoramento dos indicadores presentes nos ODS, caracterizando a relação entre as metas e atuações da iniciativa com a Agenda 2030.

A alimentação permanente de dados no Portal Data.Rio oferece uma maior capacidade da sociedade civil de ter acesso à informações de maior qualidade da cidade, com maior transparência e accountability.

Soluções de GovTech como o MuniDigital, incrementam a participação cidadã, porque boa parte das soluções demandam inputs dos próprios cidadãos para a identificação dos problemas da cidade (como buracos ou árvores caídas). Além disso, do ponto de vista de accountability, as soluções de GovTech geram ganhos de transparência na administração pública.

A iniciativa "Cidade Criativa Digital", de Guadalajara, é fruto de uma complexa rede de entidades parceiras, começando pelas três esferas governamentais (federal, estadual e municipal), passando por agências públicas e privadas.

### Sinergias Tecnológicas e Energéticas

A implementação de ferramentas de digitalização e conectividade aplicadas nos sistemas de mobilidade urbana tem impacto positivo na implementação de modais de transporte de baixa emissão com foco no transporte público e no transporte ativo.

A implementação de soluções de Mobilidade como Serviço (MaaS) incentiva comportamentos mais sustentáveis nos deslocamentos urbanos ao oferecer opções mais sustentáveis, fáceis e eficientes para seus usuários.

O sistema de geração de energia da startup Cycle System tem como objetivo a criação de mercados locais de energia por meio de fontes de geração renovável para comunidades isoladas através de microrredes comunitárias.

A implementação das soluções da empresa Tyr Energia tem como objetivo contribuir para o esforço de sustentabilidade através do acompanhamento da maior eficiência energética e da gestão do consumo energético e sua integração com fontes de energia renováveis.

Fonte: elaboração própria

## 5.4 CAMINHOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO NA PRÁTICA: ORIENTAÇÕES ESTRATÉGICAS, POLÍTICAS PÚBLICAS E OUTRAS RECOMENDAÇÕES

Esta seção apresenta o resultado da construção e das Orientações Estratégicas para os grupos tecnológicos e seu acoplamento à Agenda 2030, elaboradas especificamente para o escopo deste projeto. O conjunto de proposições a serem descritas e analisadas têm como ponto de chegada o subsídio para tomada de decisão dos governos locais que possam coordenar e orientar a implementação e difusão destas tecnologias verdes na América Latina.

As evidências e argumentos que sustentam tais recomendações estão ancorados em todo o esforço de pesquisa realizado, bebendo dos cases coletados, bem como das impressões dos participantes do Workshop deste projeto. Considera-se, assim, uma composição plural de interlocutores escutados, abrangendo atores da cadeia, associações de classe, distintos órgãos do governo, dentre outros. Essas interações com dados secundários e primários, ao serem processadas e analisadas em cada estrutura capitular associada, permitiram-nos, ao final desse exercício geral, compreender onde as ações tornam-se perceptíveis e serão alvo das próximas subseções.

Cabe ressaltar que esses eixos pontuados pelas agendas estratégicas deverão ser buscados não somente pelos governos locais, mas deve-se compreender a participação e coordenação de múltiplos setores envolvidos. Recomenda-se, nesse sentido, a reavaliação periódica em ciclos de avaliação das agendas estratégicas como forma de melhor harmonizar as metas e parâmetros definidos.

Feitas essas considerações iniciais, a seguir serão apresentadas, de maneira esquemática, as áreas e situações prioritárias identificadas ao longo da construção do projeto. Baseiam-se em recomendações a serem alvo de estratégias direcionadas para serem discutidas por diferentes stakeholders e atores relacionados ao tema, sob a ótica das apurações realizadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Na sequência, a Figura 37, seguida do Quadro 28, elenca essas agendas estratégicas elaboradas, as quais foram organizadas em seis eixos estratégicos: 01) Planejamento, políticas públicas e governança; 02) Administração e gestão operacional; 03) Arcabouço regulatório; 04) Cooperação, parcerias, financiamento e fomento; 05) Capacitação técnica e competências; 06) Sinergias tecnológicas e energéticas.



Figura 37 - Eixos estratégicos para a implementação da Agenda 2030 a partir dos grupos tecnológicos selecionados

Fonte: elaboração própria

## Quadro 28 - Orientações estratégicas e recomendações para a implementação da Agenda 2030 a partir dos grupos tecnológicos selecionados

EIXOS ESTRATÉGICOS	ORIENTAÇÕES ESTRATÉGICAS E RECOMENDAÇÕES
<p><b>01. Planejamento, políticas públicas e governança</b></p>	<p>Garantir e mobilizar a gestão pública local (poder executivo, legislativo, por exemplo) e suas secretarias/órgãos competentes com a pauta da Agenda 2030: o engajamento dos atores locais e tomadores de decisão dessa construção é fundamental. Exemplo: a implementação de ônibus elétricos a bateria em Bogotá, Colômbia, teve o apoio da Prefeitura, Secretarias de Mobilidade e Meio Ambiente, da Câmara dos Vereadores (Concejo de Bogotá) e a Gerencia de Transmilenio, que administra o sistema de transporte público da cidade.</p> <hr/> <p>Entender as sinergias entre os recursos disponíveis nas leis orçamentárias locais (por exemplo, fontes de recursos do município, orçamento já aprovado, convênios celebrados) com as ações da Agenda 2030 analisadas neste guia, vis-à-vis os grupos tecnológicos associados e que possam assegurar a disponibilidade destes recursos.</p> <hr/> <p>Trazer a Agenda 2030 para a população no seu dia a dia. Como? Empreendendo atividades demonstrativas (cultura local, tais como concertos, passeios de bicicleta, atividades em praças e parques) que permitam a sensibilização para a importância dos ODS e como eles impactam a vida das pessoas que habitam as cidades. Exemplo: a implementação das frotas elétricas da Guarda Civil Municipal de São José dos Campos teve atividades de demonstração em shopping centers para explicar o impacto dessa iniciativa para a população da cidade.</p> <hr/> <p>Comunicar e dialogar com a sociedade de forma ampla e democrática. Divulgação de diagnósticos e estatísticas em redes sociais das cidades, portais web oficiais e outras formas de alcançar a população de forma ampla e abrangente com essas ações. Exemplo: a plataforma digital de acesso aberto Data.Rio oferece transparência de dados e incentiva a governança social através de monitoramento e avaliação das políticas públicas pela sociedade civil.</p>

---

Trazer para a discussão as organizações civis, grupos coletivos das cidades, por exemplo, ONGs, associações comerciais, templos, entidades de classe, instituições de ensino. Aqui o objetivo é transbordar a discussão para além das pessoas, trazendo também os mais diferentes grupos e coletivos existentes nas cidades, criando engajamento, compromisso e participação social. Exemplo: a Empresa Tembici que opera o sistema de bicicletas compartilhadas de Bogotá tem contemplado parcerias com ONGs de usuários de bicicletas para promover o cuidado desse sistema e com grupos e coletivos de pessoas com mobilidade reduzida que utilizam cadeira de rodas para lhes oferecer o serviço das manocletas.

---

Construir um canal e possibilidade de retorno da população sobre o tema (como audiências públicas, por exemplo). Escutar a população é fundamental. Permitindo, sobretudo, o retorno das pessoas e a forma com que elas enxergam os objetivos, metas e projetos alinhados à Agenda 2030.

---

## 01. Planejamento, políticas públicas e governança

Conectar e entender as sinergias entre as escalas do poder público (estadual, regional e federal), identificando as conexões entre diversos planos de governo, planos setoriais e outros planos estratégicos, tais como: Plano Diretor, Plano Municipal de Educação, Plano Municipal de Saúde, Plano Municipal do Meio Ambiente, entre outros de forma a identificar as propostas e diretrizes comuns.

---

Mapear e descobrir práticas de governança e modelos que outras cidades têm empreendido nessa jornada. Recomenda-se a busca por referências e visitas, encontros bilaterais, agendas de conversa para entender. Quer começar? Este guia já demonstra exemplos destacáveis de cidades que se movem à Agenda 2030 e que poderiam ser acessadas para essas consultas. Exemplo: muitas das iniciativas mapeadas neste guia são exemplos a nível mundial na implementação de tecnologias de mobilidade de baixa emissão e energias renováveis, o que promove o interesse das cidades da região para conhecer em detalhe as boas práticas implementadas.

---

---

Acompanhar as metas e aplicar os indicadores aos municípios, que serão peça-chave para acompanhamento no plano de governo em linha com a Agenda 2030. A partir desse guia, vimos que a criação de uma visão de futuro é fundamental, e também é mandatório acompanhá-la ao longo do tempo, conforme avanço e progresso das ações. Em síntese, desenvolver e implementar diagnósticos locais é uma forma robusta de apoiar gestores e cidadãos na definição de objetivos, estratégias e prioridades atreladas à Agenda 2030.

---

Integrar as ações da Agenda 2030 nas políticas, estratégias, leis e outros aspectos institucionais municipais. Em síntese, é desenvolver o planejamento integrado, que possa mapear ações em comum e integrar planos setoriais que abordem aspectos confluentes e complementares atrelados à Agenda 2030.

---

#### **01. Planejamento, políticas públicas e governança**

Além de implementar os grupos tecnológicos, é possível alavancar a produção, montagem e cadeia de serviços local? Certamente! Trata-se de olhar para as potencialidades de geração de emprego e renda local a partir da criação de incentivos e instrumentos que focam nas atividades produtivas e serviços relacionados aos grupos tecnológicos, sejam elas de pequeno, médio e grande porte, como manutenção, projetos de engenharia, adaptação das tecnologias e outras possibilidades. A experiência internacional e latino-americana mostrada nesse guia demonstra que a transição para as tecnologias verdes é acompanhada por grande indução dos governos nacionais, mas também com apoio e aceitação de governos locais, via subsídios e incentivos para estas cadeias de produtos e serviços, que vão desde os pequenos empreendimentos até investimentos por grandes grupos. Nessa linha, exemplos revelam a criação de polos de competências que abrangem diversas atividades destes setores e tem efeitos multiplicadores de emprego qualificado, captação de impostos e outros. Exemplo: a fabricação local de caminhões elétricos e-Delivery através do e-Consórcio tem fomentado parcerias entre empresas brasileiras da indústria automobilística, gerando empregos qualificados e a exportação dessas tecnologias para a região, o que tem efeitos positivos para a indústria nacional.

---

## 02. Administração e Gestão Operacional

---

As cidades e seus gestores demandam apoio para com a capacitação neste tema. Peça-chave nesse pilar, refere-se à criação de cursos, treinamentos e outras formas de capacitação perante a Agenda 2030. Trata-se de colocar e apresentar aos gestores os principais conceitos e suas características discutidas, como as motivações, o que são os ODS especificamente e como essa Agenda se conecta ao cotidiano da gestão pública, bem como da população.

---

Escolher uma secretaria específica ou arranjo inter-secretarial, que pode se apresentar como grupo de trabalho, inclusive, dentro da prefeitura/governo local como ponto focal do tema Agenda 2030 e seus projetos relacionados. Ainda, pode ser oportuno alocar e direcionar corpo técnico (seja de forma parcial ou integral) a este tema, especificamente, e que seja responsável por desdobrar o planejamento estratégico e conduzir as ações, podendo ser via grupo de trabalho nas áreas críticas/estratégicas, por exemplo. É desejável que esse pessoal tenha ampla circulação dentro da administração e tomada de decisão na gestão pública. Exemplo: criação de grupos de trabalho para o desenvolvimento de políticas públicas e projetos em energias renováveis com foco no hidrogênio verde no estado do Ceará, Brasil, e no Chile.

---

Sofisticar as bases de comunicação das cidades para com o tema. É fundamental o desenvolvimento de um portal web amplo, transparente, com linguagem democrática e conectado às redes sociais, dedicado a apresentar o monitoramento, estatísticas, resultados das audiências públicas e outras informações relacionadas ao tema na cidade. Exemplo: a conectividade das Smart Cities facilita a comunicação entre as diversas instâncias da administração pública local e também com os cidadãos, já que unifica dados e padroniza respostas, e tal compartilhamento e interoperabilidade tendem a apresentar ganhos em otimização de tempo, recursos e transparência.

---

---

## 02. Administração e Gestão Operacional

Inclusive, dentro desse portal, recomenda-se aprimorar as bases estatísticas municipais. Pois, sem dados e mensuração dos impactos das ações, torna-se difícil avaliar os caminhos que estão sendo tomados. Para isso, exemplos como censos demográficos e pesquisas amostrais para desenvolvimento de diagnósticos (através de coleta, organização, análise de dados) e acompanhamento de indicadores de diversas naturezas (por exemplo, analíticos, sintéticos, temáticos etc.) podem e certamente ajudam!

---

Implementar as metas relacionadas aos ODS sempre baseado em indicadores, diagnósticos e propostas de campanha, privilegiando a comunicação e prestação de contas constante aos cidadãos. Exemplo: o portal Data.Rio possibilita o monitoramento dos indicadores associados aos ODS e à Agenda 2030, facilitando o acesso a informações de maior qualidade por parte dos cidadãos, com maior transparência e accountability.

---

Integrar as competências municipais às leis do sistema orçamentário e às propostas contidas nos planos de governo, tais como o Plano Plurianual (PPA) e as Leis Orçamentárias - Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA), à Agenda 2030, as quais costumam ser elaboradas no primeiro ano da gestão.

---

## 03. Arcabouço regulatório

Adotar a Agenda 2030 como uma estrutura que possa nortear a gestão em âmbito municipal, que pode ser colocada através de programa municipal próprio e tenha perenidade ao longo do tempo e seja de caráter contínuo, isto é, para além de um ciclo de governo/legislatura.

---

Prover abertura legal que habilite a participação institucionalizada dos representantes da sociedade civil, considerando eleições, se for o caso, na composição da Comissão Municipal para a implementação da Agenda 2030.

---

Criar dispositivo regulatório que viabilize e permita a construção de consórcios municipais para potencializar a alavancagem e negociação nas compras de frotas de veículos de baixa emissão, tecnologias de geração de energia renovável, bem como de tecnologias para digitalização de serviços e processos. As compras via consórcios potencializam o acesso de municípios às tecnologias, que, sozinhos, não conseguem ter a envergadura financeira para esse processo.

---

---

### 03. Arcabouço regulatório

Especificar, via decreto, por exemplo, o que são os grupos das tecnologias verdes e suas componentes, de acordo com critérios técnicos que preconizam a eficiência energética e a baixa emissão (descarbonizada ou de zero emissão) e que são importantes e tem relação com a jornada da Agenda 2030.

---

Promover a formulação de Planos de Ação Climática para integrar as tecnologias verdes no âmbito local e sua relevância para cumprir com os compromissos climáticos e com os ODS.

---

Instalar uma Comissão Municipal para o Desenvolvimento Sustentável (Comissão Municipal ODS), como instância colegiada paritária de natureza consultiva e deliberativa (de composição plural, diferentes entidades e órgãos governamentais e não-governamentais), para a efetivação de um programa municipal de implementação da Agenda 2030. Essa comissão pode estar prevista na lei municipal para a Agenda 2030 e criada através de decreto (sinergista com o pilar arcabouço regulatório). Ou seja, é dar abertura para múltiplos atores e stakeholders em participar desta agenda e ponderar suas visões!

---

### 04. Cooperação, Parcerias, Financiamento e Fomento

Desenvolver parcerias e cooperações com instituições do terceiro setor regionais, nacionais ou internacionais para implementação da Agenda 2030 e ações de mitigação à mudança do clima. Existem diversas instituições que apoiam financeiramente e tecnicamente essa agenda, como ICLEI - Governos Locais para a Sustentabilidade, C40, PNUD, por exemplo. Considerando o papel relevante dessas organizações, é fundamental se articular a elas com vistas à maior cooperação. Inclusive, podem ser estabelecidos pactos e compromissos alinhados com à Agenda 2030 e Mudanças Climáticas, como o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia, promovido pela rede de cidades ICLEI. Quer se conectar? Procure-as em seus sites oficiais e redes sociais e entre contato para se articular com esses organismos e identificar formas de trabalharem conjuntamente!

---

Fomentar parcerias público-privadas com os atores e stakeholders locais posicionados na região/território da cidade em questão. Defendemos aqui a relevância das costuras locais entre o setor público e privado para alavancar a Agenda 2030, que podem incluir acordos de cooperação técnica conjunta, capacitação de pessoal e treinamentos, e outras contrapartidas privadas.

---

---

#### 04. Cooperação, Parcerias, Financiamento e Fomento

Mapear e prospectar linhas de recursos para a implementação de tecnologias e projetos locais alinhados à Agenda 2030, disponíveis no sistema financeiro local ou nacional (por exemplo, aqueles disponibilizados pelos Bancos de Desenvolvimento). Aqui o foco é identificar as múltiplas oportunidades de fomento existentes tanto dentro de seus países, em caráter regional e nacional, como externos a ele. Esses recursos podem se apresentar de duas formas: 1) como recursos financeiros não reembolsáveis, os quais não implicam na devolução do montante captado e são destinados para a execução da ação específica; 2) recursos reembolsáveis, colocados na forma de financiamento e que possam ter taxas atrativas.

---

Conectar-se a cidades com ações já implementadas na Agenda 2030 e empreender alguma discussão de prospecção de fundos verdes já existentes e que suportem maior risco, com taxas atrativas e que tenham critérios específicos para a produção e compra de tecnologias verdes. O foco desse ponto é aplicar o benchmarking em exemplos de cidades bem-sucedidas e entender como elas financiaram seus programas e projetos.

---

#### 05. Capacitação técnica e competências

Capacitar o governo local sobre a importância global da Agenda 2030, bem como a relevância de sua implementação no nível municipal, através, por exemplo, de oficinas prévias sobre os ODS que incluam secretários(as), coordenadores(as) e diretores(as) municipais e as/os servidoras(es) interessadas(os). Considera-se, por exemplo, a fundamental capacitação técnica com instrumentos para planejamento e gestão eficazes relacionados aos riscos da mudança do clima no município, preparando a cidade e protegendo as pessoas e bens. Prefeitos (as), sem a capacitação perante o tema, torna-se desafiadora a jornada das cidades ao alcance das metas da Agenda 2030 local.

---

Reforçar a educação, conscientização e a capacidade humana e institucional perante o tema “Agenda 2030” nas escolas municipais, em audiências públicas na câmara municipal, mostras de trabalho pública e outras formas. Temas relevantes que podem ser adereçados, por exemplo, sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.

---

---

### 05. Capacitação técnica e competências

Criar articulação regional entre os atores da cadeia para a capacitação técnica e intercâmbio de experiências e competências e lições aprendidas. A América Latina e suas cidades possuem atributos importantes para se tornarem vetores de implementação da Agenda 2030 e suas tecnologias verdes relacionadas. A capacitação técnica deve ser abrangente e fomentar a perspectiva de gênero em atividades que, tradicionalmente, eram realizadas por homens, como por exemplo ser motorista de ônibus urbanos. Compartilhar as experiências e aprendizados, bem como discutir as barreiras e desafios ora experimentados potencializa e acelera o processo da Agenda 2030. Coletivos que congregam prefeitos e municípios, como a Frente Nacional de Prefeitos (FNP) no Brasil, podem ser catalisadores dessas discussões e intercâmbios.

---

Priorizar a utilização de energia renovável para o abastecimento e utilização dos grupos tecnológicos contemplados, como da mobilidade de baixa emissão, com o uso de certificados de origem. É fundamental que essas tecnologias verdes tenham um ciclo completo de vida baseada no baixo carbono, e devem ser abastecidas com energia limpa e renovável. Exemplos: o sistema de geração de energia da startup Cycle System tem como objetivo a criação de mercados locais de energia por meio de fontes de geração renovável para comunidades isoladas através de microrredes comunitárias. Além disso, todos os casos de mobilidade urbana de baixo-carbono mapeados têm implementado sistemas de recarga dos veículos elétricos com energia solar fotovoltaica.

---

### 06. Sinergias Tecnológicas e Energéticas

Implementar as tecnologias de forma sistêmica e integrada. Prefeitos(as), ao decidirem colocar painéis solares nos equipamentos públicos, não se esqueçam de avaliar possíveis integrações com outros sistemas, como as estações de recarga para veículos elétricos e os sistemas de aquecimento solar. O olhar integrado na implementação das tecnologias é a chave para evitar custos desnecessários e retrabalhos.

---

Tokens de CO<sub>2</sub> evitados podem ser um instrumento de relevância no mercado de carbono que se aponta. As cidades, no contexto da Agenda 2030 e da implementação de tecnologias, poderão ser catalisadoras da redução de emissões de CO<sub>2</sub>e pela introdução de sistemas tecnológicos que conduzem a isso. Logo, prefeitos(as), há um grande potencial de geração de valor para as cidades em tokenizar as emissões de CO<sub>2</sub> evitadas no panorama regulatório desenhado para o mercado de carbono no Brasil!

## REFERÊNCIAS

CNM. Confederação Nacional dos Municípios. Guia para Integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos Municípios Brasileiros. Brasília: PNUD, 2017. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/index.php/biblioteca/exibe/2855>. Acesso em: 12/06/2021.

CNM. Confederação Nacional dos Municípios (CNM). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS: O que os gestores municipais precisam saber. Brasília: CNM, 2016. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/biblioteca/exibe/2669> Acesso em: 12/06/2021.

Frente Nacional de Prefeitos. Planejamento Municipal e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2020. Corealização Estratégia ODS. Disponível em: [www.estrategiaods.org.br](http://www.estrategiaods.org.br) Acesso em: 12/06/2021.

ONU. Organização das nações unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: [www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf). Acesso em: 10/06/2021.

Prefeitura do Rio de Janeiro. Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: [resumoexecutivo\\_09062021.pdf](http://resumoexecutivo_09062021.pdf) (rio.rj.gov.br) Acesso em: 12/06/2021.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Guia de Elaboração de Diagnósticos Situacionais Municipais de Indicadores ODS - Brasília: PNUDa, 2021b. 159p. Disponível em: [www.undp.org](http://www.undp.org) Acesso em: 14/06/2021.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Guia de Territorialização e Integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: PNUD, 2021b. 64 p. Disponível em: [www.undp.org](http://www.undp.org) Acesso em: 14/06/2021.

# CONCLUSÃO

---



**Natália Gonçalves Moraes**

Fundadora da Academia ODS. Mestre em Planejamento Energético (COPPE/UFRJ), Diretora ABRAPS Rio de Janeiro



**Edgar Barassa**

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/UNICAMP)



**Robson Cruz**

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Engenheiro Mecânico/Especialista Automotivo (UNESP/USP)

# **CAMINHOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO NA PRÁTICA DA AGENDA 2030 ACOPLADA AOS GRUPOS TECNOLÓGICOS: ETAPAS FUNDAMENTAIS E RECOMENDAÇÕES.**

O objetivo geral deste projeto foi identificar, compreender e analisar a conexão entre as tecnologias verdes com os ODS para alcance das metas da Agenda 2030 na América Latina e Caribe, a partir das dimensões de indicadores definidos e de grupos tecnológicos selecionados. Essa questão-problema central se desdobrou em quatro fatores críticos neste trabalho, entendidos como peças-chaves para o alcance do objetivo geral e que se conectam a objetivos específicos associados:

1. Implementação da Agenda 2030 nas cidades latino-americanas;
2. Conhecimento técnico sobre as opções de tecnologias verdes;
3. Parcerias e arranjos de atores para projetos e novos negócios; e
4. Relação entre tecnologias verdes e Agenda 2030.

Os objetivos apresentados fundamentaram-se a partir de uma pergunta de pesquisa mais ampla e que orientou toda a condução do trabalho, sendo: Como acelerar a implementação e difusão das tecnologias emergentes de forma articulada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU) e à Agenda 2030 no contexto da América Latina e Caribe?

Essa indagação foi motivada, sobretudo, pela latente lacuna de material de apoio e bibliografia direcionados aos governos locais, e por parte da literatura em geral desta agenda em compreender como a implementação da Agenda 2030 pode ser feita de forma articulada e sinergista aos grupos tecnológicos, em que haja fino acoplamento entre as metas e seus indicadores associados. É imperativo um diagnóstico mais claro de como a América Latina, via seus governos locais, podem ampliar e catalisar esse processo tecnológico atrelado à Agenda 2030.

É nessa linha que aportamos uma contribuição ao campo de estudos, sobretudo em seu ineditismo analítico que mitiga uma das principais limitações nas abordagens focadas na Agenda 2030 de forma restrita, ou nos grupos tecnológicos: esse projeto inovou ao propor e construir uma abordagem sistêmica para essa implementação.

Foi a partir desse olhar de acoplamento das tecnologias com a Agenda 2030, que foi arquitetada a base conceitual desse projeto, que se baseia em abordagens conceitualmente distintas, mas que se conectam e se somam à compreensão necessária ao contexto da sua questão-problema central. São eles: i) o contexto latino-americano, ii) Agenda 2030 como bússola para a região; iii) territorialização dos ODS; e, por fim, iv) as tecnologias verdes como vetores de alavancagem da Agenda 2030 e do Acordo de Paris.

O aprofundamento desses conceitos foi endereçado no Capítulo 1. No intuito de entender a dinâmica da América Latina e Caribe, considerando seus desafios socioeconômicos estruturais e a necessidade de recuperação pós-pandemia, a pesquisa se apoiou nos estudos da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e da bagagem proporcionada pela primeira fase do programa Green Tech Talks (2021). A noção da Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, fornecida pela ONU orienta o prisma analítico utilizado para o caso latino-americano e permitiu entender a lógica por trás das ações para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

Na sequência, viu-se que a discussão da territorialização foi oportuna, pois transportou a Agenda 2030 e os caminhos do desenvolvimento sustentável para os estados, municípios e bairros que mais precisam, para que passem a implementar ações locais voltadas às diferentes dimensões do desenvolvimento, respeitando as peculiaridades e as necessidades de cada território. Por fim, a última seção capitular discutiu os artefatos tecnológicos, efetivamente, apresentando-os de forma breve e caracterizando seus atributos destacáveis, e principalmente, identificando e apontando onde as interfaces e conclusões com os ODS e a Agenda 2030 são perceptíveis.

Assim, construídos e apresentados esses alicerces da pesquisa, seguiu-se para os Capítulos 2, 3 e 4, que se debruçaram exclusivamente ao olhar os cases e boas práticas de implementação nesse recorte LATAM a partir dos grupos tecnológicos selecionados, como visto: (1) mobilidade de baixa emissão baseada na eletrificação, (2) energias renováveis e (3) digitalização e conectividade. Vimos que a América Latina tem experimentado um processo de efervescência com as novas tecnologias, no sentido de implementação dos diversos grupos tecnológicos observados nas cidades de destaque e com pioneirismo. Isso se tornou observável ao evidenciarmos o desenvolvimento da mobilidade de baixa emissão baseada em ônibus elétricos nas capitais latino-americanas, na alavancagem das fontes alternativas de geração renovável, sobretudo em áreas afastadas e naquelas onde há potencial estratégico de exportação, como é o caso de Pecém, bem como no adensamento da digitalização em serviços de modalidade, sofisticação dos processos governamentais de forma transversal, sublinhando a inclinação da região para com essa agenda.

Contudo, ao olharmos os cases desenvolvidos nos capítulos precedentes, notou-se certa falta de articulação entre os atores, travas regulatórias de modelos de negócio, desafios de implementação das tecnologias verdes e difusão em larga escala, e a lacuna de capital, financiamento e fomento de orientação e quebras e descontinuidades em

planejamento, políticas públicas e governança; elementos evidenciados e analisados que foram mostrados como grandes obstáculos.

No mesmo grau de importância, entendemos também as oportunidades locais nas cidades da América Latina, capturadas como elementos com potencialidades, e que favorecem a expansão da Agenda 2030 e das frentes tecnológicas contempladas.

É com este intuito de sistematização, mapeamento e diagnóstico que o Capítulo 5 avançou, ao abordar as barreiras, oportunidades e ações estratégicas que se colocam para a discussão deste projeto. Foi imperativo investigar esses fatores e posicionar a pesquisa com essas informações, pois foi a partir desses entendimentos que tomamos os insights necessários para o Guia de implementação que se coloca na sequência, foco dessa conclusão.

Desse modo, toda a costura iniciada e mapeada para os grupos tecnológicos (Capítulos 2, 3 e 4) amarrada e interpretada à luz de barreiras, oportunidades e ações estratégicas no Capítulo 5, encontra desfecho nessa seção final de conclusão, onde se sugere que tipo de itinerário é necessário percorrer e quais são suas etapas fundamentais, de forma a trabalhar e operacionalizar a implementação da Agenda 2030 atrelada às tecnologias verdes.

É frente a essas referências e construção prévia que colocamos aqui uma proposta de impulso ao desenvolvimento sustentável nas cidades, baseada em etapas cujo passo a passo demonstra uma lógica para avanço e progresso que coordene e oriente o tema da Agenda 2030 e suas tecnologias nas cidades da América Latina. O conjunto de proposições a serem descritas e analisadas tem como ponto de chegada ampliar e difundir essas práticas sustentáveis que conformem um papel protagonista da América Latina e suas cidades, considerando as necessidades e especificidades locais. Visando atuar nessas direções é que se propõe este Guia de Implementação, com o objetivo de ser uma referência aos atores governamentais locais, bem como outros stakeholders relacionados.

Este Guia é composto por 7 macro etapas que seguem uma lógica específica e bebem de todo o conteúdo elaborado, discutido e analisado ao longo deste projeto. Entende-se que, para cada contexto de cidade, a execução de cada etapa deverá ser dimensionada de acordo com as suas particularidades locais, isto é, não pode se definir aqui enquadramento territorial único que seja aderente a todas as cidades da América Latina, pois elas demonstram suas características próprias e contextos econômicos e sociais únicos. Contudo, no que se refere ao passo a passo construído, acredita-se que, sim, pode ser tomado com uma trilha comum compartilhada para cidades, pois o conteúdo elaborado neste Guia, que considerou diferentes contextos e diferentes tecnologias, demonstra que este passo a passo tem aderência aos cases, barreiras e oportunidades identificadas.

Na Figura 38, apresenta-se essas sete etapas considerando os grandes temas que elas tocam, bem como as grandes questões a serem respondidas etapa a etapa. Na mesma figura, também pode-se observar a origem dessas informações, que têm lastro e referência com o Guia em si, fazendo o apontamento capitular de onde as informações foram extraídas. Por fim, cada uma dessas sete etapas é caracterizada, oferecendo ao leitor e aos gestores públicos a clareza necessária para seu desenvolvimento e implementação.



Figura 38 – Guia de implementação e suas etapas: sete passos necessários

Fonte: elaboração própria

## ETAPA 1. Conceitos e definições fundamentais: do que estamos falando?

A primeira etapa tem como objetivo aproximar os gestores e outras partes interessadas dos governos locais, perante os conceitos e temas da Agenda 2030 e tecnologias verdes. Aqui o foco é prover o primeiro contato temático que busque caracterizar as razões pelas quais a Agenda 2030 é relevante para o desenvolvimento sustentável e como as tecnologias se posicionam como um instrumental para o alcance de metas relacionadas. E para isso, recomenda-se a leitura profunda do primeiro capítulo

deste Guia, pois ele tem esse caráter de apresentar ao leitor os conceitos e definições fundamentais, sendo eles: i) o contexto latino-americano, ii) Agenda 2030 como bússola para região; iii) territorialização dos ODS; e, por fim, iv) as tecnologias verdes como vetores de alavancagem da Agenda 2030 e do Acordo de Paris. A base fornecida pelo Capítulo 1 é estratégica, pois permite o segmento nas outras etapas que passam a olhar especificamente para os cases, grupos tecnológicos, indicadores e demais temas.

## **ETAPA 2. Mapeamento de práticas e saberes na América Latina: o que as cidades estão fazendo e quais são as suas práticas?**

Considerando o entendimento dos principais conceitos da Agenda 2030 e grupos tecnológicos e como essa dinâmica tem se apresentado na América Latina, o próximo passo é investigar e mapear práticas e saberes de outras cidades que já têm implementado ações nessa direção e que servem como benchmarking. Trata-se aqui de observar que tipo de ações se mostram como “vencedoras” e onde outros desafios, por exemplo, são perceptíveis e podem ser evitados para uma determinada cidade que quer implementar este Guia. Fontes fundamentais para esse mapeamento se posicionam exatamente neste Guia, e foram cobertas nos Capítulos 2, 3 e 4 com os principais cases e exemplos da América Latina, por grupos tecnológicos observados que demonstram o estado da arte existente em termos de ações concretas. Assim, ao enxergar esses cases que foram relatados e analisados, bem como outros que possam servir de exemplo, constrói-se um arcabouço de referência que ajuda as cidades interessadas nessa jornada.

## **ETAPA 3. A visão de futuro da cidade: aonde queremos chegar e quando?**

Construir a visão de futuro significa definir um ponto de chegada para a cidade perante a Agenda 2030, considerando os grupos tecnológicos, condições e metas a serem alcançadas. De fato, é um dos elementos mais críticos desse itinerário proposto, pois será essa a bússola que orientará as escolhas e ações dos governos locais e outros atores e irá criar as bases para uma convergência de curto, médio e longo prazo, refletindo o caminho que a cidade pretende seguir.

Vimos, ao longo dos cases de transporte público elétrico, por exemplo, que a visão construída para as cidades de Bogotá e Chile sintetizou o engajamento dos governos locais e atores para a construção de um ponto de chegada comum a todos.

Alternativas e estratégias para se construir essa visão de futuro podem se basear em procedimentos metodológicos relacionados ao exercício de roadmap, como uma forma de adereçar essa construção. O roadmap é como um plano estratégico que descreve os passos necessários para que uma cidade, ou organização, alcance metas dispostas em um período determinado, norteadas por uma visão consensual de futuro.

Assim, pode-se construir as conexões entre esses passos e ponderar o papel da articulação entre os atores envolvidos, estabelecendo prioridades a serem alcançadas.

#### **ETAPA 4. Mapeamento das oportunidades e desafios: que tipo de ações são necessárias para chegar lá?**

Para alcançar essa visão de futuro, trazemos aqui os eixos estratégicos do Capítulo 5 como uma framework e instrumental para alcançar a Agenda 2030 e sua implementação com êxito. Os seis eixos construídos são prismas de análise, os quais os governos locais devem ler, processar e interpretar à luz dos contextos de suas cidades. Construídos a partir de um amplo estudo de benchmarking de boas práticas, desenvolvido ao longo das estruturas capitulares deste Guia, enxerga-se que as ações e experiências ali pontuadas tem potencial de dirimir/mitigar potenciais barreiras e se apresentam como alavancadores de oportunidades locais. Retomando, essas agendas foram organizadas em seis eixos estratégicos no Capítulo 5, e remetem a: 01) planejamento, políticas públicas e governança; 02) administração e gestão operacional; 03) arcabouço regulatório; 04) cooperação, parcerias, financiamento e fomento; 05) capacitação técnica e competências; 06) sinergias tecnológicas e energéticas.

Para cada agenda estratégica, demonstra-se um conjunto de ações estruturantes relacionadas. É certo que há abertura para ajustes e calibrações, pois, considerando que os contextos importam, claramente algumas ações tornam-se mais imperativas que outras, a depender do contexto. O fato é que as agendas e suas ações pontuadas refletem as iniciativas necessárias para alcançar a visão de futuro construída e a estratégia de condução neste processo.

#### **ETAPA 5. Relações e sinergias entre tecnologias, ODS e mudanças climáticas: como vamos impactar o avanço sustentável das cidades através da tecnologia?**

Ao implementar determinada tecnologia numa cidade, é preciso ter clareza de como ela se insere dentro de sua visão estratégica de futuro, que deve refletir, por sua vez, as aspirações de seus cidadãos. A Agenda 2030 é o instrumento de política pública que permite essa clareza, por parte tanto dos governantes quanto dos cidadãos e demais atores da sociedade. Por isso, este estudo propõe, no Capítulo 1, uma metodologia que classifica as relações/sinergias entre os grupos tecnológicos com ODS e metas específicas, segundo as diretrizes globais. Ressalta-se que este instrumento deve ser utilizado em harmonia com os demais instrumentos regulatórios da cidade, tais como o Plano Diretor. Essas relações/sinergias foram classificadas como fortes ou médias, de acordo com a natureza de seus impactos

majoritariamente diretos ou indiretos, segundo uma avaliação qualitativa e tendo o apoio referencial do IPCC (2022).

Assim, enfatiza-se que a implementação de uma tecnologia não deve se restringir a um objetivo principal único, mas sim possibilitar impactos integrados diversos, através da identificação dos mesmos e sua promoção. Por outro lado, ao longo deste estudo, também se ressalta que toda tecnologia apresenta potenciais impactos negativos, ou trade-offs, que devem ser reconhecidos e devidamente endereçados, seja através de políticas públicas ou através de empresas privadas, com práticas ESG, por exemplo.

Assim, ao final dos Capítulos 2,3 e 4 é apresentada uma tabela que relaciona o grupo tecnológico em questão com seus impactos, sejam diretos (relação forte) ou indiretos (relação média), num hall de ODS e metas globais. Ressalta-se que o ODS 13, que abraça o tema das mudanças climáticas, relaciona-se diretamente com todas as tecnologias estudadas, salientando a importância de uma abordagem integrada da implementação da Agenda 2030 e do Acordo de Paris no âmbito local. Esse referencial pretende apoiar os governos a partir de três abordagens principais possíveis (Figura 39), são elas:

1. Uma vez implementada uma determinada tecnologia na cidade, ajudar o governo a compreender suas relações com a Agenda 2030, sejam essas relações diretas (relação forte) ou indiretas (relação média) para o alcance dos ODS e metas, bem como sua contribuição para a mitigação da mudança climática.
2. Uma vez identificada a visão de futuro e aspirações da cidade (etapa 3), bem como os ODS a serem enfatizados (identificados como prioritários) em seu planejamento, ajudar o governo a identificar a tecnologia capaz de acelerar suas metas para o alcance do seu objetivo. Paralelamente, analisar as sinergias dessa tecnologia com outros ODS cujos impactos são classificados como indiretos (relação média), bem como sua contribuição potencial para a mitigação da mudança do clima (endereçados na temática do ODS 13).
3. Uma vez implementada a tecnologia destinada à mitigação das mudanças climáticas, através de Planos de Ação Climática, por exemplo, ajudar os governos a identificar quais os ODS que ela também poderá impactar direta ou indiretamente na cidade, de forma concomitante e sinérgica.

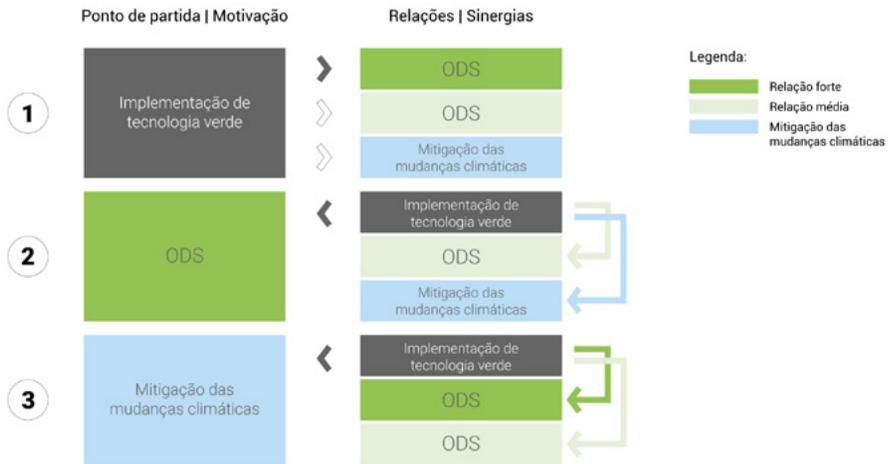


Figura 39 - Três abordagens para ilustrar como a implementação de tecnologias verdes nas cidades podem impulsionar a Agenda 2030 e a mitigação das mudanças do clima

Fonte: elaboração própria

A partir deste momento, estamos prontos para seguir para a etapa 6.

## ETAPA 6. Seleção de indicadores para o monitoramento da Agenda 2030

Nessa etapa, deve-se proceder ao mapeamento e seleção de indicadores para mensurar os avanços que determinadas tecnologias, introduzidas a partir de projetos e programas, estão apresentando em relação às metas traçadas em determinado horizonte. Esses indicadores podem ter naturezas diversas, por exemplo: i) mais genérico, para o contexto da cidade, ou mais específico, em relação a determinado projeto/programa; ii) foco no resultado final ou no processo de implementação, dentre outros. Esses indicadores devem ser compatíveis com os dados e informações disponíveis no município, através de bancos estatísticos, parcerias e cooperação com instituições, por exemplo. Assim, esse projeto contou com pesquisa em fontes diversas (relatório de cidades, normas nacionais e internacionais de cidades sustentáveis e inteligentes e índices de cidades sustentáveis) para oferecer um hall possível de indicadores que podem estar associados à implementação de cada um dos grupos tecnológicos e associados a determinados ODS e metas. Trata-se das mesmas tabelas posicionadas ao final dos Capítulos 2,3 e 4, mencionadas no item anterior.

## ETAPA 7. Retroalimentação baseada em propostas de políticas públicas: que tipo de sofisticação de políticas e regulação é necessária?

Como já foi ressaltado, a Agenda 2030 é um importante instrumento de políticas públicas, e quando associada à implementação das tecnologias verdes, observa-se novas oportunidades de aplicação.

No Capítulo 1 deste guia, observa-se que, regionalmente, a Cepal desenvolveu um exercício de simulação de cenários e projeções de tendências que permite classificar séries estatísticas de acordo com a possibilidade de atingir as metas estabelecidas, em linha com as tendências atuais, com e sem intervenções políticas. O exercício também possibilitou considerar o impacto da pandemia no comportamento dos indicadores oficiais dos ODS. Os resultados encontrados trazem perspectivas para 2030 e mostram que as ações políticas são necessárias para atingir as metas, seja para acelerar as tendências observadas ou reverter a estagnação ou queda observada.

Em termos locais, a partir da implementação das etapas de 1 a 6 deste passo a passo, importantes insumos para elaboração e aprimoramento de políticas públicas nas cidades emergem, tais como ressaltado nos pontos a seguir:

1. Elaboração de políticas e regulamentações a partir dos insumos dos Capítulos 2, 3, 4 e 5, nos quais destacam-se as oportunidades e barreiras da implementação das tecnologias verdes associadas à Agenda 2030. Ou seja, a elaboração de políticas, iniciativas, programas de incentivo etc. que possam alavancar as oportunidades destacadas e contribuir para amenizar ou eliminar as barreiras existentes de diversas naturezas;
2. Elaboração ou aprimoramento de políticas a partir da análise dos resultados dos indicadores locais selecionados e os avanços nas metas estabelecidas para um determinado horizonte de tempo; e
3. Elaboração e/ou aprimoramento de políticas a partir de uma visão holística da implementação de tecnologias, possibilitando a maximização de impactos positivos para a sociedade, integrando políticas e ações de mitigação da mudança do clima e mitigando os potenciais impactos negativos das tecnologias verdes.

A partir destes três pontos, é possível redirecionar recursos financeiros, evitar desperdício de orçamento público, reestabelecer prioridades, corrigir erros e estabelecer novos projetos e iniciativas, que possibilitem o alcance da visão de futuro da cidade, em benefício de seus cidadãos.

Assim, fecha-se a apresentação dessas etapas.

Em síntese, este Guia traz um novo olhar para a Agenda 2030, partindo do prisma das tecnologias verdes de forma integrada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ressaltando seus potenciais impactos diretos, indiretos e de forma integrada com a mitigação das mudanças climáticas.

Além disso, o Guia inova ao propor as principais etapas e elementos primordiais a serem considerados para impulsionar a implementação destas tecnologias nas cidades latino-americanas, de forma articulada e integrada com a Agenda 2030 da ONU. No entanto, é importante lembrar que, tendo em vista a complexidade da temática e da diversidade dos contextos locais, bem como a infinidade de aplicações tecnológicas, não se pretende ser exaustivo nos exemplos de casos deste guia, tão pouco inflexível na sua proposta de implementação local.

Por fim, este Guia é essencialmente um conteúdo de investigação e análise sobre o impacto das tecnologias verdes nos caminhos para a prosperidade da região latino-americana e uma ferramenta transparente, democrática e útil à disposição de governos e demais atores, para o avanço rumo a cidades, a países e a um planeta mais sustentável para todos, sem deixar ninguém para trás.

## APÊNDICE A. PROCEDIMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DO WORKSHOP ESTRATÉGICO GTT E SUAS DINÂMICAS E PAINÉIS COM ESPECIALISTAS

O Workshop Estratégico Green Tech Talks ocorreu nos dias 30 e 31 de maio de 2022 (segunda e terça), das 9h às 12h - horário de Brasília, por meio da plataforma on-line Microsoft Teams. O workshop teve a seguinte pergunta chave, que norteou as discussões e construções conjuntas, e é sinergista às questões deste livro, a saber:

Como acelerar o processo de disseminação de tecnologias emergentes verdes na América Latina e Caribe, vide seu caráter prioritário de implementação e seus impactos para o avanço dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU) e das ações para as mudanças climáticas (Acordo de Paris)?

Para viabilizar a resposta dessa questão, o Workshop contou com a presença de mais de 60 especialistas e lideranças na área das tecnologias verdes e Agenda 2030 da América Latina; dentre eles, atores das universidades e centros de pesquisa; atores estratégicos da indústria, peças, componentes, equipamentos, infraestrutura e de energia; assim como de representantes de instituições-chave do sistema de financiamento e fomento nacional e do terceiro setor.

O Workshop se norteou por informações de impulso que foram providas aos participantes e grupos de discussão, organizados conforme o Quadro A1:

Quadro A1 - Grupos e Subgrupos contemplados no Green Tech Talks 2022

#	GRUPOS	SUBGRUPOS
	A sofisticação da mobilidade urbana como propulsora de melhor qualidade de vida e eficiência do sistema de transporte nas cidades	Transporte Público Frota pública Micromobilidade Last mile
Tecnológicos	Energias renováveis e seus papéis em contextos selecionados: alternativas à descarbonização / independência energética	Solar Fotovoltaica Eólica Hidrogênio verde Economia circular/ Resíduos/Biogás
	Experiências da digitalização, conectividade	Tecnologias de digitalização e conectividade (IOT, Big Data, Inteligência Artificial, Blockchain, 5G)
Agenda 2030	Agenda 2030	Contexto local Contexto regional

Fonte: elaboração própria

Como forma de organização e operacional, o Workshop foi realizado em 2 dias, sendo o primeiro dia (30/05/2022) centrado na discussão das barreiras e oportunidades para disseminação das tecnologias emergentes verdes no âmbito das cidades. Já no segundo dia (31/05/2022), o foco se colocou nas ações e encaminhamentos referentes aos tópicos tratados no primeiro dia.

#### Quadro 2A - Programa do Workshop Estratégico GTT

DIA	DIA 1 - 30/05/2022 (SEGUNDA-FEIRA)	DIA 2 - 31/05/2022 (TERÇA-FEIRA)
<b>Tema</b>	Barreiras e oportunidades	Ações
09h00 > 09h05	Boas-vindas	Boas-vindas
09h05 > 09h30	Agenda do dia, Informação de Impulso	Resumo do dia anterior, agenda do dia
09h30 > 09h40	Instruções para a discussão em grupos	Instruções para a discussão em grupos
09h40 > 10h40	Discussão em grupos	Discussão em grupos
10h40 > 11h40	Apresentação dos grupos	Apresentação dos grupos
11h40 > 11h50	Fechamento da atividade e orientações para o dia 2	Fechamento da atividade e considerações finais
11h50 > 12h00	Palavra final, agradecimento e despedida	Palavra final, agradecimento e despedida

Fonte: elaboração própria

Durante esses dois dias de atividades, os participantes puderam compartilhar experiências e promover novas parcerias, colaborações e matchmaking de partes interessadas e atores relevantes nos cenários regional e local. Os conhecimentos cocriados ao longo do Workshop foram analisados e processados a fim de produzirem os insumos ao presente documento.

## **APÊNDICE B. AGRADECIMENTOS AOS PARTICIPANTES E FACILITADORES DO WORKSHOP**

Nós, autores deste trabalho, agradecemos enormemente a participação, engajamento e cooperação de todos os especialistas que, gentilmente, aceitaram participar das reuniões, dinâmicas e discussões empreendidas ao longo da jornada do Workshop. Graças a vocês, conseguimos desenvolver o conteúdo que se expôs e percorreu ao longo desta publicação. Certamente, os resultados alcançados só foram possíveis a partir de vossos apontamentos!

Esperamos que tenham compartilhado dessa boa jornada e que tenham experimentado, também, aprendizados incríveis!

De forma complementar, e em mesmo nível de importância, agradecemos também aos facilitadores que apoiaram, do ponto de vista operacional, as dinâmicas em grupo, compreendendo sua moderação e organização para com as ferramentas digitais aplicadas. Na mesma linha de raciocínio, sem vocês o êxito deste trabalho não seria possível (Quadro 1B).

**Quadro 1B - Lista de participantes e facilitadores do Workshop (em ordem alfabética por macro temas)**

MACRO TEMAS	INSTITUIÇÃO	PROFISSIONAL
<b>Agenda 2030</b>	Prefeitura do Rio	Desirée Queiroz - Assistente no Escritório de Planejamento da Prefeitura do Rio de Janeiro
	PNUD	Ieva Lazareviciute - Territorial Development Advisor at UNDP Brazil
	Estratégia ODS	Thiago Sanches Battaglini - Assessor do Sergio Andrade
	Centro Regional de Crecimiento Verde y Cambio Climatico	Cristian Gutiérrez Panguí - Director Ejecutivo en Adapt Chile/ Presidente del Directorio
	ABDE	Henrique Schmidt dos Reis Lacerda
	Mantovan Prado	Thiago Siqueira do Prado - Consultor
	ABRAPS	Tatiana Araujo (ABRAPS Rio de Janeiro) especialista em sustentabilidade e gestão ambiental.
	Time de Projeto - Coordenação	Natalia Moraes
	PNUD	Vanessa Fernandes Goncalves

<b>Digitalização e Conectividade</b>	MaaS Global (Quicko)	Luisa Peixoto - Publicy Police Manager
	Time de Projeto - Staff	Anna Carolina - Doutoranda em Política Científica Tecnológica UNICAMP - Membro do Time BCC
<b>Eletromobilidade Urbana</b>	Aliança Bike	Felipe Caprioli - Membro da Diretoria - Aliança Bike
	Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSUL de Minas Gerais)	Yull Heilordt Henao Roa - Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
	ABVE	Adalberto Maluf (Diretor Executivo/ BYD)
	Time de Projeto - Staff	Tatiane Bermudez
	AEA	Rogério Gonçalves - Diretor de Combustíveis - AEA
	GIZ	Bruno Carvalho - Assessor Técnico GIZ
	UFRJ	Mariane Gonzalez da Costa - Doutoranda em Engenharia de Transportes (Coppe/UFRJ)

<b>Energias Renováveis</b>	Time de Projeto	Victor Pimenta Bueno - ABRAPS Rio
	Abiogás	Isabella Sene Santos Carneiro Analista de Energia Elétrica pela Abiogás
	EPE	Daniel Kuhner Coelho (BR) - Analista de Pesquisa Energética/ Diretor Bioportal Energia. Especialista em Bioenergia/Biometano.
	ABRAPS	Ricardo Oliani - Conselheiro e Fundador ABRAPS e especialista no mercado de gestão de resíduos sólidos
	EPE	Flávio Rosa - Energy Research Analyst - Wind Resources
	Foton Caminhões	Eustáquio Sirolli - Diretor de Desenvolvimento de Produtos
	Time de Projeto - Coordenação	Edgar Barassa
	FEIC	Jurandir Picanço Jr - Consultor de Energia da Federação das Indústrias do Estado do Ceará - FIEC
	FEIC	Isabela Maciel Tavieira - Especialista em energias renováveis do SENAI/CE
UFPB	Marta Célia Dantas Silva - Prof. do Departamento de Engenharia de Energias Renováveis	

<b>Energias Renováveis</b>	MITSIDI	Hamilton Ortiz - Energy efficiency Consultant / Associate at Mitsidi Projetos
	Prefeitura do Rio	Pedro Rolim - Gerente de sustentabilidade e resiliência
	AHK	Loana Lima - Dir. Executiva Adjunta, Entrada no Mercado e Desenvolvimento de Negócios
	Time de Projeto - Staff	Fabio Donizete de Oliveira - Especialista em Sistemas Fotovoltaicos - Membro do Time BCC
	MITSIDI	Vinicius Vidoto - Energy Efficiency Consultant - Mitsidi
	ABSOLAR	Nelson Falcão - VP & Board Member ABSOLAR
<b>Coordenação</b>	UFPB	Marta Célia Dantas Silva - Prof do Departamento de Engenharia de Energias Renováveis
	Time de Projeto - Coordenação	Robson Cruz
	Time de Projeto - Coordenação	Anuska Soares

Fonte: elaboração própria.





**Associação Brasileira dos Profissionais  
pelo Desenvolvimento Sustentável**

contato@abraps.org.br  
www.abraps.org.br



**Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. (KAS)**  
Programa Regional Segurança Energética e  
Mudança Climática na América Latina (EKLA)

Calle Cantuarias 160 Of. 202  
Miraflores, Lima 18 - Perú  
Tel: +51 (1) 320 2870  
energie-klima-la@kas.de  
www.kas.de/energie-klima-lateinamerika

Programa Regional  
Segurança Energética e Mudança Climática  
na América Latina (EKLA)

